Série A. n° 1188

N° d'ordre 2055

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

Le grade de docteur ès sciences naturelles

PAR

Edouard FISCHER

Chef des travaux de Zoologie au laboratoire maritime de Saint-Servan

---

PREMIÈRE THÈSE

Recherches de Bionomie et d'Océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche

---

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Soutenues le 16 MARS 1929 devant la Commission d'examen

MM. DUBOSCQ — Président

DEREIMS, GUILLIERMOND — Assesseurs

PARIS

ED. BLONDEL LA ROUGERY, ÉDITEUR

7, RUE SAINT-LAZARE

1929

Série n°

N° d'ordre

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

Le grade de docteur ès sciences naturelles

PAR

Edouard FISCHER

Chef des travaux de Zoologie au laboratoire maritime de Saint-Servan

---

PREMIÈRE THÈSE

Recherches de Bionomie et d'Océanographie littorales sur la Rance et le littoral de la Manche

---

DEUXIÈME THÈSE

Propositions données par la Faculté

Soutenues le 16 MARS 1929 devant la Commission d'examen

MM. DUBOSCQ — Président

DEREIMS, GUILLIERMOND — Assesseurs

PARIS

ED. BLONDEL LA ROUGERY, ÉDITEUR

7, RUE SAINT-LAZARE

1929

Faculté des Sciences de l'Université de Paris

MM.

Doyen	C. MAURAIN, *Professeur*,	Physique du globe.
Doyens honoraires	P. APPEL, M. MOLLIARD.	
Professeurs honoraires	P. PUISEUX.	
	V. BOUSSINESQ.	
	A. JOANNIS.	
	H. LE CHATELIER.	
	H. LEBESGUE.	
	A. FERNBACH.	
	A. LEDUC.	
Professeurs	ÉMILE PICARD	Analyse supérieure et algèbre supérieure.
	G. KŒNIGS	Mécanique physique et expérimentale.
	E. GOURSAT	Calcul différentiel et calcul intégral.
	P. JANET	Electrotechnique générale.
	F. WALLERANT	Minéralogie.
	H. ANDOYER	Astronomie.
	P. PAINLEVÉ	Mécanique analytique et mécanique céleste.
	Gabriel BERTRAND	Chimie biologique.
	Mme P. CURIE	Physique générale et radioactivité.
	M. CAULLERY	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
	G. URBAIN	Chimie minérale.
	Émile BOREL	Calcul des probabilités et Physique mathém.
	L. MARCHIS	Aviation.
	Jean PERRIN	Chimie physique.
	Rémy PERRIER	Zoologie (Enseignement P. C. N.).
	H. ABRAHAM	Physique.
	M. MOLLIARD	Physiologie végétale.
	E. CARTAN	Géométrie supérieure.
	L. LAPICQUE	Physiologie générale.
	E. VESSIOT	Théorie des fonctions et théorie des transformations.
	A. COTTON	Physique générale.
	J. DRACH	Application de l'analyse à la géométrie.
	Charles FABRY	Physique.
	Charles PÉREZ	Zoologie.
	Léon BERTRAND	Géologie structurale et géologie appliquée.
	R. LESPIEAU	Théories chimiques.
	E. RABAUD	Biologie expérimentale.
	P. PORTIER	Physiologie comparée.
	E. BLAISE	Chimie organique.
	P.-A. DANGEARD	Botanique.
	Paul MONTEL	Mécanique rationnelle.
	P. WINTREBERT	Anatomie et histologie comparées.
	O. DUBOSCQ	Biologie maritime.
	G. JULIA	Mathématiques générales.
	A. JOB	Chimie générale.
	A. MAILHE	Étude des combustibles.
	L. LUTAUD	Géographie physique et géologie dynamique.
	Eugène BLOCH	Physique théorique et physique céleste.
	Henri VILLAT	Mécanique des fluides et applications.
	Ch. JACOB	Géologie.
	P. PASCAL	Chimie appliquée.
	E. HÉROUARD	Zoologie.
	E. PÉCHARD	Chimie (Enseignement P. C. N.).
	V. AUGER	Chimie analytique.
	M. GUICHARD	Chimie minérale.
	A. GUILLET	Physique.
	G. MAUGUIN	Minéralogie.
	L. BLARINGHEM	Botanique.
	A. MICHEL-LÉVY	Pétrographie.
	A. DEREIMS	Géologie.
	R. DONGIER	Physique du globe.
	A. DENJOY	Calcul différentiel et intégral.
	H. BÉNARD	Physique (P. C. N.).
	E. DARMOIS	Physique.
	G. BRUHAT	Physique.
	H. MOUTON	Chimie physique.
	L. JOLEAUD	Paléontologie.
	M. JAVILLIER	Chimie biologique.
	A. DUFOUR	Physique (P. C. N.).
	F. PICARD	Zoologie (Évolution des êtres organisés).
	ROBERT-LÉVY	Zoologie.
	L. DUNOYER	Optique appliquée.
	A. GUILLIERMOND	Botanique (P. C. N.).
	A. DEBIERNE	Radioactivité.
Secrétaire		Daniel TOMBECK.

BIBLIOTHEEK RIJKS UNIV. LEIDEN

Recherches

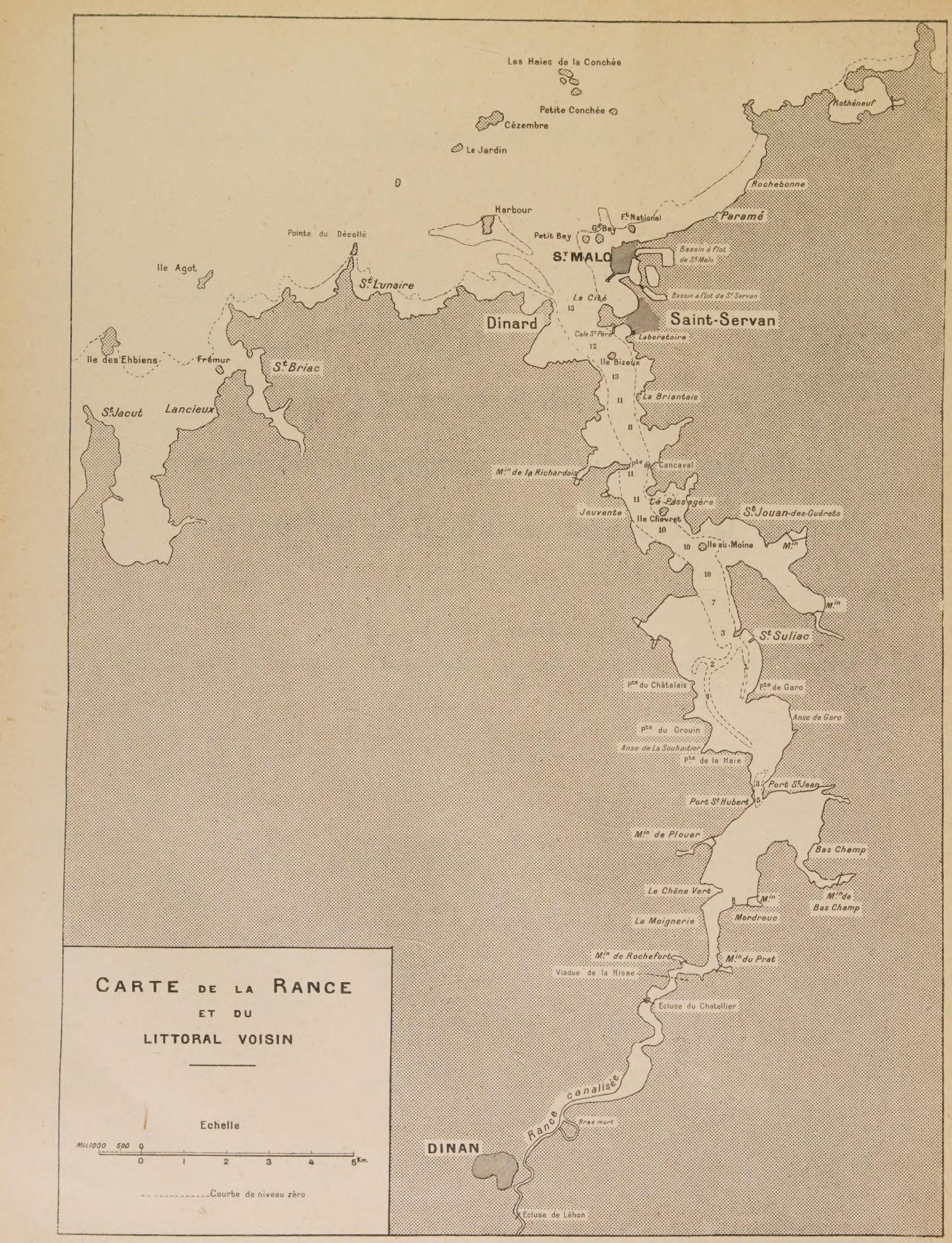
de Bionomie et d'Océanographie littorales

sur la Rance et le littoral de la Manche

PAR

Edouard FISCHER

Chef des Travaux de Zoologie au laboratoire maritime de Saint-Servan


Les Haies de la Conchée
Petite Conchée
Cézembre
Le Jardin
Rothéneuf
Rochebonne
Paramé
Harbour
Ft National
G.de Bey
Petit Bey
Pointe du Décollé
St MALO
Bassin à flot de St Malo
Ile Agot
St Lunaire
Bassin à flot de St Servan
La Cité
Dinard
Saint-Servan
Cale St Père
Laboratoire
Ile des Ebihens
Frémur
St Briac
Ile Bizeux
La Briantais
St Jacut
Lancieux
Pte de Cancaval
Min de la Richardais
La Passagère
Jouvente
Ile Chevret
St Jouan-des-Guérets
Ile au-Moine
Min
St Suliac
Pte du Châtelais
Pte de Garo
Anse de Garo
Pte du Grouin
Anse de La Souhaitier
Pte de la Haie
Port St Jean
Port St Hubert
Min de Plouer
Bas Champ
Le Chêne Vert
Min de Bas Champ
La Moignerie
Mordreuc
Min de Rochefort
Min du Prat
Viaduc de la Hisse
Ecluse du Chatellier
Rance canalisée
Bras mort
DINAN
Ecluse de Léhon
CARTE DE LA RANCE
ET DU
LITTORAL VOISIN
Echelle
Mèt/1000 500 0
0 1 2 3 4 5Km.
Courbe de niveau zéro

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION 7

PREMIÈRE PARTIE. — DONNÉES GÉNÉRALES SUR L'OCÉANOGRAPHIE LITTORALE DE LA RÉGION CONSIDÉRÉE.

Préliminaires 13
Salinité 14
Teneur en oxygène dissous 18
Le pouvoir réducteur de l'eau de mer ou les matières organiques dissoutes 21
Les matières en suspension dans l'eau de mer 26
La concentration en ions hydrogène 28
Groupement des résultats précédents 29

DEUXIÈME PARTIE. — ETUDE OCÉANOGRAPHIQUE ET BIONOMIQUE DES DIVERS TYPES D'HABITAT.

Préliminaires 33

1er DOMAINE. — *Le domaine côtier.*

Chap. I. — Les rochers exempts de sédiments et non recouverts d'un manteau d'algues 34
— II. — Roche couverte d'un manteau d'algues 39
— III. — Les cuvettes sur rocher nu 42
— IV. — Herbiers, sables vaseux 50

2e DOMAINE. — *La Rance maritime.*

Chap. I. — Préliminaires (description et renseignements généraux) 56
— II. — Première région de la Rance : de Saint-Malo-Dinard à La Passagère-Jouvente 59
— III. — 2e Région de la Rance : Saint-Suliac, pointes de Garo et du Grouin. 68
— IV. — 3e Région de la Rance : Port-Saint-Jean-Port-Saint-Hubert 79
— V. — L'extrémité de la Rance, de Port-Saint-Jean à l'écluse du Châtelier. 97
— VI. — Dragages en Rance 103

3e DOMAINE. — *Canal, moulins à marées, bassins à flot.*

Préliminaires 109

Chap. I. — La Rance canalisée 110
— II. — Les moulins à marées 114
— III. — Les bassins à flot 123

TROISIÈME PARTIE. — Les différentes qualités du milieu extérieur, envisagées comme facteurs de répartition des organismes.

Introduction 129

Chap. I. — Influence du régime d'humidité, historique 131
— II. — Influence de l'émersion 135
— III. — Influence de l'humidité résiduelle et de l'humidité surajoutée 157
— IV. — Influence de l'immersion 164
— V. — Influence des mouvements de l'eau 167
— VI. — Influence de la salinité 175
— VII. — Influence de l'oxygène 182
— VIII. — Influence des substances réductrices dissoutes et des matières organiques en suspension 184
— IX — Influence de la concentration en ions hydrogène 193
— X. — Autres facteurs 196

Résumé et conclusions 198

Répertoire de renseignements concernant chaque espèce étudiée 203

Ouvrages cités 226

Recherches
de Bionomie et d'Océanographie littorales
sur la Rance et le littoral de la Manche

PAR

EDOUARD FISCHER

CHEF DES TRAVAUX DE ZOOLOGIE AU LABORATOIRE MARITIME DE SAINT-SERVAN

INTRODUCTION

Depuis une centaine d'années, l'usage s'est établi chez les naturalistes français de se rendre à la belle saison sur le bord de la mer pour y étudier les organismes littoraux. Au début, ils y faisaient surtout des études de systématique et d'anatomie, puis s'y sont jointes la physiologie, et, d'une façon plus générale, la « biologie » des différents groupes. En même temps, les naturalistes ont observé l'aspect des grèves ; ils ont étudié la répartition des organismes sur ces grèves et se sont efforcés d'élucider les causes de cette répartition. Dès le début, ce genre d'études a préoccupé les premiers explorateurs, AUDOUIN et MILNE-EDWARDS notamment, mais c'est surtout depuis trente ans que s'est développée cette science, qui tient à la fois de la géographie zoologique et botanique, de l'Océanographie, et de la Biologie, que l'on a pris l'habitude de désigner par le terme de « bionomie marine ».

Ce terme présente une certaine imprécision, dont n'est pas exempte la Science qu'il désigne On s'en rend compte en lisant les travaux de bionomie marine : leur but n'est pas toujours apparent, et la clarté de l'exposé en souffre parfois. Je crois en deviner la raison. J'imagine — je juge peut-être un peu d'après moi-même — que les naturalistes qui s'y sont adonnés, ont été poussés à le faire, non pas tant par l'intérêt des connaissances à acquérir — intérêt d'ailleurs incontestable — que par le vif désir d'avoir sous les yeux le spectacle continuel de la vie en parcourant la grève et retournant des blocs de rocher — désir, compréhensible chez des « naturalistes », de rentrer en contact direct avec la nature. Je crois qu'on pourrait expliquer de la même façon le succès considérable des recherches de phytosociologie, qui permettent au botaniste d'étudier les plantes dans une atmosphère plus naturelle que celle du laboratoire.

Quoi qu'il en soit, des documents considérables et d'un haut intérêt ont été acquis de la sorte. Il nous faut exposer brièvement l'état actuel de la bionomie marine, et nous demander quelle est sa tendance actuelle. Nous ne parlerons ici que de l'étude de la zone intercotidale, qui est beaucoup plus avancée que celle des régions profondes.

La bionomie marine comprend une partie descriptive et une partie explicative.

A. Description. — On étudie une série de points du littoral, en décrivant pour chacun d'eux la faune et la flore, par leur aspect général, par les espèces qui les composent, par la façon dont ces espèces sont groupées en « associations ».

B. Explication. — Le simple examen de la répartition des espèces, fournit déjà certaines explications. Par exemple, on s'aperçoit de suite que le peuplement des rochers diffère de celui du sable et de celui de la vase, ce qui montre l'importance du substratum ; de même, la faune d'un cap rocheux est autre que celle de la berge rocheuse d'une baie ou d'un chenal protégé, et l'on en conclut que la violence des vagues a une influence importante sur la répartition des organismes. Différences encore entre les régions élevées des berges, fréquemment émergées, et les régions basses que l'eau ne quitte que plus rarement.

Ces premières constatations sont suivies par une étude plus poussée, faite par des méthodes plus précises, des diverses qualités du milieu ambiant qui sont susceptibles de constituer des « facteurs » de répartition des organismes. Cela a été fait, dans une certaine mesure, pour les facteurs que je viens de nommer (substratum, etc.), et, d'une façon générale, pour ceux que l'on pourrait appeler les « facteurs visibles ». Mais les recherches sont beaucoup moins avancées en ce qui concerne les facteurs que l'on peut qualifier « invisibles », notamment les qualités de l'eau (salinité, pH, oxygène, matières organiques, etc.). Quoi qu'il en soit, et dans tous les cas, la méthode consiste à rechercher dans la nature si les différences que l'on constate d'un point à un autre dans la composition de la faune et de la flore, correspondent à des différences dans les propriétés du milieu ambiant. Si des coïncidences constantes se révèlent, on les interprète comme relations de cause à effet. Il faudrait évidemment en donner la preuve expérimentale, ce qui n'est pas toujours facile. Il est indiqué d'étudier les organismes dans des bacs d'aquarium, et d'examiner par exemple leur résistance ou leur intolérance vis-à-vis des variations d'un facteur donné, tel que la salinité ou le pH. Mais là encore les conclusions acquises ne sont pas toujours définitives. Elles sont parfois démenties dans la suite, par des constatations faites dans la nature. Cela tient à ce qu'un aquarium ne peut être identique à la mer. Lorsque nous croyons ne faire varier qu'un seul facteur à la fois, d'autres peuvent être affectés. En fait, nous ne connaissons certainement pas tous les « facteurs » composant le « milieu marin » (le facteur pH est connu depuis peu, d'autres sont certainement à découvrir), et l'on conçoit, dans ces conditions, combien le maniement expérimental de ces facteurs est aléatoire.

Historique sommaire. — Je ne fais ici que rappeler quelques-uns des travaux principaux de bionomie marine, afin de donner une idée de l'état actuel des études descriptives et explicatives. Un historique complet serait très laborieux (des données éparses se trouvant dans d'innombrables travaux traitant de questions très variées), et n'est pas nécessaire ici. Des références plus complètes se trouveront en tête de chaque chapitre, à propos de chacune des questions étudiées. Ici, je me limiterai essentiellement aux travaux ayant trait à la région bretonne. C'est d'ailleurs celle qui a été, de beaucoup, la mieux étudiée.

Voyons donc ce qui a été fait : 1° Pour connaître la composition et la répartition de la faune et de la flore ; 2° Pour connaître les qualités et les variations du milieu marin ; 3° Pour connaître l'influence du milieu sur la répartition des organismes.

1° *Répartition des espèces.* — Cette partie du travail est la plus avancée, surtout en Bretagne, car la plupart des bionomistes français ont séjourné entre les Iles Chausey et Le Croisic. Elle a été inaugurée en 1832 par Audouin et Milne-Edwards, qui l'ont esquissée dans la région même dont je m'occuperai: Granville, Iles Chausey, Saint-Servan et la Rance, cap Fréhel. Dans la suite (je ne citerai que les ouvrages les plus importants ayant trait à l'ensemble des orga-

nismes, et non à tel ou tel groupe), nous devons quelques renseignements à DE QUATREFAGES, à Chausey (1844), GRUBE, à Saint-Malo et Roscoff. Puis vient (1897), le travail très important de PRUVOT, qui constitue la véritable base de nos connaissances en bionomie. Il étudie la faune et la flore des différents *faciès* (rocheux, sableux, etc.) et, sur chaque faciès, il étudie le peuplement des divers *horizons* (niveaux). Dans la suite, le travail d'ensemble le plus important est celui de DE BEAUCHAMP (1914-1923). A Roscoff, à Chausey, à Bréhat (avec E. LAMI), etc., cet auteur fait, de la faune et de la flore, des études plus complètes que celles de PRUVOT, et basées sur des exemples plus précis. Enfin PRENANT et TEISSIER en 1924, puis PRENANT en 1927, ont étudié la faune marine sessile des environs de Roscoff, décrivant d'abord la répartition des espèces de chaque groupe zoologique (PRENANT et TEISSIER), puis définissant les associations animales par des méthodes inspirées de celles de la phytosociologie (PRENANT).

2° *Qualités et variations du milieu marin.* — Les travaux d'océanographie, susceptibles d'être utilisés en bionomie littorale, sont très peu nombreux, notoirement trop peu nombreux. Les géographes et océanographes ont fait de multiples études sur la Manche et l'Océan, mais ont presque toujours opéré *à une certaine distance des côtes.* Or on ne peut utiliser, pour étudier les problèmes de la répartition des organismes littoraux, que les recherches effectuées *sur la berge.* Parmi les travaux de quelque importance menés de la sorte, la première place revient aux recherches de LEGENDRE à Concarneau. Cet auteur a étudié diverses qualités de l'eau de mer littorale (température, densité, teneur en oxygène dissous, pH), et aussi de l'air marin. En dehors de ces travaux, et de quelques autres de moindre importance sur lesquels je reviendrai plus loin (Arcachon, Luc-sur-Mer), je ne vois guère à citer que les mesures de salinité faites dans quelques estuaires de la région de Roscoff, par PRENANT et DUVAL.

3° *Explication de la répartition des organismes par les particularités du milieu ambiant.* — Ainsi que je l'ai déjà dit, tous les ouvrages décrivant la répartition des êtres vivants, fournissent déjà des explications : « certains des facteurs sont si évidents que les grandes lignes de leur action ressortent déjà du simple énoncé des faits » (DE BEAUCHAMP, p. 61). PRUVOT, le premier, a bien précisé l'action de certains facteurs visibles : il a mesuré en différents points les niveaux atteints par diverses espèces, pour voir dans quelle mesure ils sont commandés par le phénomène de la marée ; il a également effectué des analyses de sédiments, permettant de préciser les qualités du substratum. DE BEAUCHAMP s'est adonné à l'exploration d'une grande étendue de grève, ce qui a permis les beaux résultats d'ensemble que nous lui devons, mais ne se serait pas accordé avec des mesures océanographiques, exigeant un matériel important. Il a néanmoins donné quelques mesures (altitude des associations), et surtout il interprète avec succès, et jusque dans le détail, l'action des facteurs visibles, et fait des hypothèses tout à fait plausibles sur l'action de plusieurs facteurs invisibles, notamment la salinité et les matières organiques de la mer. PRENANT et TEISSIER, puis PRENANT, y ajoutent plusieurs autres constatations et hypothèses ; ils ne font qu'un nombre très restreint de mesures. Quant aux travaux d'océanographie littorale que j'ai cités, ils ne nous renseignent pas, ou ne nous renseignent que fort peu, sur le peuplement des milieux étudiés.

TENDANCE DE LA BIONOMIE MARINE ; PLAN DE CE TRAVAIL. — Si l'on admet que le but de la bionomie marine est, non seulement de connaître la répartition des organismes, mais aussi d'expliquer cette répartition, il faut avouer que cette science n'est réellement pas avancée. En effet, nous sommes, dans la majorité des cas, incapables d'expliquer la répartition des organismes (ici je ne considère que les organismes fixés ou peu mobiles, et non les organismes nageurs ou flottants), incapables même de *tenter* la moindre explication, car la plupart des documents qui

serviraient de base à nos tentatives, nous font défaut : généralement nous ne connaissons pas la composition du « milieu » où vivent ces organismes, et encore moins les variations de cette composition ; d'autre part, nous connaissons fort mal le cycle vital des espèces animales et végétales que nous considérons, et notamment la biologie des larves.

Il me paraît évident que, si l'on connaissait bien la physiologie et la biologie de chaque espèce, les facteurs de son développement, les conditions optima de sa croissance, la plupart des problèmes de bionomie marine se trouveraient résolus, après étude du milieu marin en chaque localité.

Dès lors, il devient un peu superflu de continuer à décrire avec un grand luxe de détails les « associations » bionomiques. Sans doute leur description sert à l'explication, car si l'on peut établir que telle espèce accompagne toujours telle autre, l'explication de la répartition de l'une sera applicable à l'autre. Mais il est long et difficile d'établir que deux formes sont toujours associées, et il est encore plus simple de traiter séparément de la physiologie de chacune d'elles.

Voici, à mon avis, ce que l'on pourrait proposer comme programme d'études en bionomie marine (je parle toujours des études effectuées sur le littoral).

1° D'abord, s'efforcer de faire progresser nos connaissances du « milieu marin » et de ses variations. C'est ce genre de connaissances qui fait le plus défaut, car, tandis que nous pouvons nommer avec précision les divers constituants animaux et végétaux d'une population, parce qu'ils sont visibles, nous ne pouvons en faire autant pour les éléments du milieu où vit cette population, parce qu'ils sont souvent invisibles et que l'on a rarement employé les moyens nécessaires à les mettre en évidence.

2° Alors seulement, nous pourrons aborder les études explicatives. Un premier travail, très grossier, consistera à rechercher s'il existe des rapports constants entre telles particularités de la faune ou de la flore (présence ou absence de tel organisme, taille forte ou faible, etc.), et d'autres particularités se manifestant dans le milieu ambiant (salinité constante ou variable, courants forts ou faibles, etc.). Si ces rapports sont vraiment constants, on pourra, avec quelques chances de ne pas se tromper, considérer qu'ils expriment des relations de cause à effet : premier pas dans l'explication.

3° Ce n'est qu'un premier pas : l'explication ne devient réelle, ne cesse d'être simplement une apparence (au sens littéral du mot), que lorsqu'on connaît clairement la *nature* de la relation qui nous est apparue. C'est la partie la plus considérable du travail, qui exigera des études patientes et suivies, et amènera à élucider le cycle biologique et la physiologie de chaque espèce. Par exemple, l'un des innombrables problèmes qui se poseront est le suivant : nous constatons que telle espèce, (mettons un Cirripède) garnit tous les rochers battus par les vagues, et manque partout où l'eau est très calme. Relation de cause à effet, évidemment. Quelle est la nature de cette relation? Les vagues agissent-elles en transportant les larves vers le rocher ? Est-ce que les circonstances de la fixation des larves sur un rocher sont telles que les vagues aident à cette fixation ? Favorisent-elles plutôt la croissance des organismes considérés ? Et de quelle façon ? Par une meilleure aération ? Par un apport nutritif ? Cet apport est-il représenté par des proies vivantes (plankton)? Par des débris nutritifs en suspension ? Par des substances organiques dissoutes ? Ou bien encore, est-ce par la pression des vagues venant les frapper, que la croissance des organismes est favorisée ? Est-ce la concurrence des algues occupant les rochers abrités, qui en écarte l'organisme considéré ? Quelle est la nature de cette concurrence ? Obstacle mécanique à la fixation des larves ? Obstacle à la croissance, etc., etc... Combien de faits positifs devront être établis, pour que l'on puisse répondre aux questions de ce genre !

Je présente ici un programme d'études, en parlant au futur, comme si tout était à réaliser. Je n'oublie pas les résultats déjà acquis par bien des travaux ; mais j'ai voulu insister sur les domaines dont l'exploration est la moins avancée.

Quelle sera ma contribution à ces études ? Bien modeste, elle ne concerne que le début de ce vaste programme, les parties étiquetées 1° et 2°, c'est-à-dire que je resterai dans des études qu'on pourrait qualifier de préliminaires, ou tout au moins de première approximation, et irai rarement jusqu'à pouvoir aborder le fond des questions. Si modeste que soit cet apport, il conserve cependant une prétention : celle d'avoir élargi les bases positives, d'avoir multiplié les documents précis et concrets, sur lesquels pourront s'appuyer des études à venir. Des recherches se rapportant à la partie du programme étiquetée 3°, sont d'ailleurs entreprises dès maintenant à Saint-Servan.

Le plan de ce travail est le suivant

A. — Une partie de pure océanographie — océanographie littorale, bien entendu — constitue un travail préliminaire indispensable que j'ai dû assumer en raison de la pauvreté de nos connaissances sur le sujet. J'y étudie quelques-unes des qualités de l'eau de mer prise au contact des berges, les variations de ces qualités, et recherche si ces variations sont liées les unes aux autres.

B. — Etude descriptive d'un certain nombre de Domaines choisis en divers points du littoral et de la Rance, et faite simultanément au point de vue du « bios » (c'est-à-dire de la faune et de la flore) et au point de vue du milieu de vie, analysé au contact même des organismes.

C. — Etude de l'influence de chacune des qualités du milieu marin, constituant un « facteur » de répartition des organismes littoraux. Les conclusions auxquelles aboutit cette étude, résultent de l'interprétation des documents accumulés dans la partie précédente, et de l'exposé de nouveaux documents, recueillis systématiquement pour élucider l'action de chaque facteur.

D. — Enfin, j'ai cru devoir dresser un répertoire des diverses espèces étudiées, afin de pouvoir grouper à la suite de chaque nom d'espèce, les quelques documents nouveaux, biologiques ou physiologiques, que j'ai pu acquérir à son sujet. C'est, en somme, l'étude de l'influence de l'ensemble des qualités du milieu ambiant, sur chacun des organismes littoraux.

Il résulte du plan adopté pour mon exposé, que certains faits, figurant dans l'une des parties, pourront se trouver répétés dans une autre. Je n'ai pu éviter entièrement cet inconvénient, car j'ai cherché à faciliter la consultation de ce travail. En effet, il est souvent pénible — on pourrait presque dire qu'il est parfois aléatoire — de chercher à retrouver un renseignement précis dans les ouvrages de bionomie marine existant actuellement. Peut-être même ces ouvrages renferment-ils, sans que j'aie pu les en extraire, certains des faits que je décrirai comme nouveaux — ce pourquoi je réclame les circonstances atténuantes.

Circonstances et personnes ayant facilité ce travail

De grands avantages m'ont été donnés pour l'exécution de mes recherches.

En premier lieu, j'ai disposé d'un domaine nouveau et très fructueux, la Rance, qui constitue, le lecteur s'en rendra compte, un vaste champ d'expériences naturelles, où les diverses qualités du milieu subissent des variations accentuées, et souvent isolées, presque comme dans une expérience menée « toutes conditions égales d'ailleurs ». Cet avantage, je le dois à M. Mangin, Directeur du Muséum, qui en 1925 m'a appelé auprès de lui au laboratoire maritime qu'il venait de créer à Saint-Servan, et m'a fourni de la sorte le sujet même de ces recherches. Qu'il veuille bien accepter l'hommage de ma profonde reconnaissance.

En second lieu, j'ai eu la chance de profiter du voisinage de M. Fillon, chef du laboratoire de chimie de l'Office des Pêches, qui a établi un laboratoire de chimie annexé à la station de Saint-Servan. Il m'a permis de me servir de cette installation, et surtout m'a fourni avec la plus grande complaisance tous les renseignements voulus sur les divers dosages que je désirais effectuer. Je lui en exprime ma très vive gratitude.

J'ai aussi le plus grand plaisir à exprimer mes remerciements aux divers spécialistes qui ont bien voulu effectuer ou contrôler des déterminations de mes récoltes : notamment M. Marcel Prenant (Spongiaires, Bryozoaires, Cirripèdes), M. Fauvel (Annélides), Mme Leroux (Amphipodes), MM. Ph. Dautzenberg et Paul H. Fischer (Mollusques), Teissier (Hydraires), Harant (Tuniciers), Gravier (Mercierella), Hamel (Algues), Mme P. Lemoine (Agues calcaires), M. Gravier m'a de plus reçu à son laboratoire, où j'ai effectué une grande partie de mes déterminations. M. Herpin, professeur à Cherbourg, a bien voulu étudier pour moi les niveaux des Algues et des Balanes dans cette localité. M. P. de Beauchamp m'a donné d'excellents avis et a déterminé la *Sagartia luciae* ; à Marcel Prenant, cité en tête de cette liste, et surtout à M. Robert Lévy, Professeur à l'École Normale supérieure, je veux dire ici que je n'oublierai pas l'influence qu'ils ont eue sur moi, pendant mon séjour à l'École Normale, où ils ont été mes maîtres ; je leur professe une reconnaissance profonde que je suis heureux de pouvoir exprimer publiquement.

Une importante subvention de la caisse des recherches scientifiques a grandement facilité ma tâche.

Ce travail est présenté comme thèse de doctorat, et je suis particulièrement heureux que M. le Professeur O. Duboscq ait bien voulu en accepter la présidence. Par l'excellent accueil qu'il m'a toujours réservé au laboratoire maritime de Banyuls, et toutes les facilités de travail qu'il m'y a procurées, il a d'ailleurs contribué à me préparer à l'étude des faunes marines.

PREMIÈRE PARTIE

DONNÉES GÉNÉRALES SUR L'OCÉANOGRAPHIE LITTORALE DE LA RÉGION CONSIDÉRÉE

Préliminaires

J'ai étudié systématiquement quelques qualités de l'eau de mer, salinité, teneur en oxygène dissous, pouvoir réducteur, matières en suspension, concentration en ions hydrogène, température, en faisant porter ces études sur de l'eau prise sur le littoral, toujours au même point.

Cette recherche était désirable à deux points de vue, celui de l'océanographie et celui de la bionomie.

A. — *Intérêt océanographique.* — Les qualités de l'eau du large ont été étudiées, mais les modifications que peuvent subir les diverses qualités de l'eau de mer au voisinage du littoral, et les liaisons qui peuvent exister entre le phénomène de la marée et les variations de l'eau de mer, sont imparfaitement connues. Sur les côtes nord de Bretagne, en particulier, les documents font presque entièrement défaut. Or, il est tout indiqué d'étudier à ce point de vue la région du golfe de Saint-Malo, où le phénomène de la marée est exceptionnellement accusé (13 mètres) : la comparaison des résultats avec ceux qui ont été obtenus à Concarneau, qui est le point le plus étudié et où la zone des marées n'a que 5 m. 50 de haut, sera forcément instructive. En outre, j'ai essayé d'élargir le champ de nos connaissances : 1° en étudiant certaines qualités de l'eau de mer (pouvoir réducteur, matières suspendues) qui n'avaient pas encore fait l'objet d'études systématiques ; 2° en effectuant mes recherches, non pas seulement pendant la belle saison, comme c'est le cas pour la plupart des travaux de ce genre, mais aussi à d'autres périodes de l'année, particulièrement en mars-avril.

B. — *Intérêt bionomique.* — Dans un travail comme celui-ci, il est indispensable de connaître les variations de l'eau de mer littorale normale, avant d'aborder l'étude des divers habitats spéciaux (herbiers, cuvettes, etc.) et des faunes qui s'y trouvent. En procédant autrement, on aboutirait forcément à des interprétations abusives. Car l'eau de mer normale du littoral subit, ainsi que je vais le montrer, des variations très étendues de certaines de ses qualités : il en résulte que nous ne pouvons songer à comparer l'*état* de l'eau d'un milieu spécial à l'*état* de l'eau normale ; ce que nous devons considérer, ce sont les *variations* de l'eau d'un milieu spécial comparées aux *variations* de l'eau normale.

Technique. — L'expression « eau normale » que j'emploie ici signifie simplement eau-type, eau prise comme base de comparaison dans une localité arbitrairement choisie. Mon choix a été guidé par le désir de trouver une localité qui ne soit pas soumise à un apport exagéré d'eau douce, de vase, etc. J'ai pensé à la pointe rocheuse du Décollé, située à une bonne distance de l'embouchure de la Rance (5 km. à l'ouest, sur la commune de Saint-Lunaire), et qui fait suffisamment saillie en avant des plages pour que l'eau n'y soit pas trop chargée de matières en suspension. Mais, en définitive, mon choix s'est fixé sur *la cale Saint-Père, située devant la tour Solidor, à Saint-Servan*, à proximité immédiate du laboratoire (1) : en effet, de nombreuses mesures effectuées comparativement (et simultanément chaque fois que cela a été possible) au Décollé et à Solidor, m'ont montré que l'eau de Solidor n'est nullement modifiée par la présence de la Rance, en dépit de ce que l'on pourrait croire *a priori*. Nous reviendrons d'ailleurs longuement sur cette importante constatation. Ceci s'applique à la belle saison. En hiver et au printemps, de légères modifications, dont je tiendrai compte, se font sentir à l'entrée de la Rance.

Les méthodes employées pour étudier certaines qualités de l'eau de mer, nécessitent des explications. On les trouvera en tête de chacun des paragraphes suivants. Les généralités concernant les mesures de certains autres « facteurs de répartition » (humidité, courants...) trouveront place à la III[e] partie.

Salinité

Historique

La salinité de la mer au large de Saint-Malo est assez bien connue. Elle s'établit aux environs de 35 0/00. Sur la carte de répartition des salinités en surface, de Knudsen et Smith, la ligne de salinité 35.0 passe au cap de La Hague, puis vers Guernesey et Jersey et aboutit à Saint-Malo (la ligne 34,7 aboutit du côté de Saint-Vaast-la-Hougue, et la ligne 35,3 à l'ouest de Roscoff). C'est, en somme, au large de notre région, que l'influence des fortes dessalures de la Baltique, des dessalures déjà plus modérées de la mer du Nord, du Pas-de-Calais et des régions situées au large de la Somme et de la Seine, cesse de se faire sentir autrement que d'une façon insignifiante.

Au cours de la croisière du Docteur Charcot sur le *Pourquoi pas* ? en août et septembre 1921, les salinités observées dans le golfe normano-breton (par exemple à l'intérieur de la ligne Bréhat-Guernesey-La Hague) vont de 35,1 à 35,34 pour mille. Dans le chenal même de la Rance, devant Saint-Malo, il a été trouvé, le 10 août 1921, 35,23 en surface et 35,1 à 10 mètres de profondeur. Sauf ces dernières prises d'eau, effectuées à proximité des côtes, toutes les récoltes d'échantillons furent faites au large.

A Roscoff, Prenant et Duval étudient l'eau du chenal de l'Ile Verte, devant le laboratoire. Ils trouvent que la teneur en chlorures varie entre 32,7 et 33.

A Concarneau, Legendre étudie de façon approfondie la densité de l'eau de mer, et constate qu'elle subit des variations en relation avec le phénomène de la marée. La densité (donc la salinité)

(1) Cette cale s'avance largement devant la grève, en eau profonde. C'est d'ailleurs à son voisinage immédiat qu'a été placé le marégraphe ayant servi à établir les prévisions des marées à Saint-Malo.

passe par un maximum peu après le moment de la marée haute, et par un minimum peu après la marée basse. Le même résultat est obtenu dans le bassin d'Arcachon. Les dessalures s'observant à marée basse sont dues à l'apport des rivières.

A Luc-sur-Mer, SUDRY, en 1910, étudie la densité de l'eau prise sur la plage. Il constate également que l'eau est un peu moins dense à marée basse qu'à marée haute. La proximité de l'estuaire de la Seine exerce son influence. « Les Vents du nord-ouest, qui rendent souvent la mer houleuse, correspondent à une augmentation de la densité : ils chassent contre la côte les eaux du large. Les vents du sud-est exercent l'effet contraire. »

RECHERCHES PERSONNELLES

La salinité a été déterminée par la méthode classique de dosage du chlore par le nitrate d'argent, en présence de chromate de potassium qui indique la fin de la réaction. La teneur en chlore une fois obtenue, on en déduit la salinité totale à l'aide d'un coefficient (1.811). Cette dernière opération serait discutable dans le cas présent, car, s'il est vrai que les proportions des différents sels peuvent être considérées comme sensiblement constantes dans l'eau du large, il est possible qu'elles subissent des modifications dans les divers milieux confinés que j'aurai à étudier (cuvettes, bassins à flot, moulins à marées, etc.). J'ai cependant cru devoir exprimer mes résultats en « salinité totale », plutôt qu'en « teneur en chlore », parce que ce mode d'expression est celui qui est le plus souvent employé, donc le plus commode pour les comparaisons.

Pour l'étude de la salinité en profondeur, j'ai prélevé les échantillons, tantôt avec la bouteille Richard à hélice, et tantôt, à l'imitation de PRENANT et DUVAL, avec un flacon de verre que l'on débouche sous l'eau à l'aide d'une ficelle, et que l'on remonte le plus rapidement possible. Ces deux instruments se complètent. La bouteille Richard est préférable lorsque le prélèvement doit être fait à une profondeur relativement grande (plus de 3 m.), car le flacon de verre, restant débouché pendant la remontée, verrait son contenu subir des modifications sensibles dans le cas où cette remontée durerait un certain temps ; par contre, il est avantageux d'employer le flacon de verre pour les profondeurs inférieures à 2 mètres, car la bouteille Richard à hélice ne bascule à la remontée qu'après un certain trajet effectué, et si la remontée est trop brève, on risque alors de ramener, au lieu d'un échantillon d'eau du fond, de l'eau prise à proximité de la surface.

Ces quelques précisions étant données sur les méthodes employées, abordons l'exposé des résultats. J'ai effectué des dosages : 1° A la belle saison (juillet-août-septembre). Les résultats pourront être comparés avec ceux des auteurs précédents qui ont presque toujours opéré en été ; 2° De janvier à mai (surtout mars et avril). Je n'ai pas eu la possibilité de faire des mesures systématiques en toutes saisons, mais je crois que cela n'était pas indispensable pour le but que je poursuivais.

1°. — Salinité de Juillet à Octobre

Les chiffres de salinité, obtenus à marée haute, soit à la pointe du Décollé, soit à la cale Saint-Père (Saint-Servan), sont toujours très voisins de celui qui avait été fourni par CHARCOT en août 1921 : le plus souvent ils se tiennent entre 35,0 et 35,3 pour mille. Mais à marée basse, ils subissent des variations légèrement plus accentuées. Donc, il en est ici comme à Concarneau et à Luc : *la salinité subit des variations en relation avec le phénomène de la marée.* Mais, chose

curieuse, *les variations sont ici en sens inverse de ce qu'elles sont à Concarneau et à Luc* : le maximum se produit à marée basse, le minimum à marée haute. Par exemple, le 27 août 1927, j'ai trouvé, de 2 heures en 2 heures (1) :

Marée haute.....	7 h. 18	Salinité	35,1
	9 h. 20	—	35,4
	11 h. 20	—	35,6
Marée basse 14 h. 08	13 h. 20	—	35,6
	15 h. 25	—	35,4
	17 h. 30	—	35,3
Marée haute.....	19 h. 36	—	35,2

La marée prise ici comme exemple était d'amplitude moyenne : marée haute du matin, 11 m. 25 ; du soir, 11 m. 55 ; marée basse, 1 m. 85. Les résultats ci-dessus sont traduits en graphique dans la figure 1.

Cette légère augmentation de la salinité à marée basse est un phénomène très constant pendant l'été, sauf en morte-eau où elle est moins accentuée et peut arriver à s'effacer entièrement. Elle est parfois plus accentuée que dans l'exemple donné ci-dessus. Les variations les plus étendues que j'aie observées se sont produites le 29 août 1927 (journée très ensoleillée) :

8 h. 26, à marée haute (11 m. 50)	Salinité	35,1
15 h. 15, à marée basse (1 m. 70)	—	35,9

La raison de cette augmentation qui se manifeste à marée basse ne m'apparaît pas. Je ne vois guère à invoquer que l'évaporation sur les hauts-fonds considérablement étendus qui, du Mont-Saint-Michel à Jersey, occupent tout le golfe normano-breton. Cette raison ne me paraît d'ailleurs pas suffisante. Il faudrait aussi connaître exactement le régime des courants de marée et la provenance des eaux à marée basse et à marée haute.

Ces résultats sont instructifs à un autre point de vue. Ils nous montrent que, sur le littoral de la région de Saint-Malo, et même à Saint-Servan qui est situé dans l'embouchure de la Rance, la salinité ne subit pas l'influence de l'eau douce qui pourrait arriver par la Rance. En effet, s'il en était ainsi, l'eau présenterait une certaine dessalure à marée basse (c'est d'ailleurs ce qui se produit plus haut dans la Rance, ainsi que nous le verrons). Cette dessalure est loin de se manifester. Il était utile d'établir que l'eau de Saint-Servan est bien une eau de mer normale, et non une eau, si peu que ce soit, saumâtre. La suite de mon exposé apportera de nombreuses confirmations à cette constatation, et fournira en même temps l'explication de ce fait qui pourrait sembler curieux

2°. — Salinité en hiver et au printemps

Dans cette période de l'année, la salinité de l'eau littorale peut encore présenter des teneurs normales. Par exemple :

19 janvier 1927, le Fort National (Saint-Malo), marée haute ..		35,6
5 avril 1927, cale Saint-Père, marée haute		35,0

La première de ces mesures exprime même la plus forte des salinités que j'aie observées en toutes saisons dans notre région à marée haute.

(1) Dans tout mon exposé je me sers de l'heure légale, c'est-à-dire qu'en été il faut retrancher 1 heure, pour avoir l'heure solaire.

Mais, plus souvent, la salinité marque un abaissement en hiver et au printemps. J'ai trouvé à marée haute :

3 avril 1927,	cale Saint-Père	33,1
20 janvier 1928,	—	34,3
9 février 1928,	—	34,0
17 février 1928,	—	31,5
7 avril 1928,	—	34,0
14 avril 1928,	—	33,1
16 avril 1928.	—	33,1
17 avril 1928,	—	34,0

Cette dessalure semble exister, plus ou moins accentuée, tout le long du littoral :

Le Décollé (Saint-Lunaire)	19 avril 1928	34,7
Paramé	16 avril 1928	34,0
Rochebonne	16 avril 1928	34,0
Rochebonne	17 avril 1928	33,7
Cancale	10 avril 1928	33,4

La dernière de ces mesures a été faite à 1 kilomètre du rivage entre La Houle et la pointe de Cancale.

En cette période du milieu d'avril on retrouvait plus au large, la teneur normale :

Chausey	10 avril 1928	35,0

Il semble donc qu'il y ait, le long des côtes, une dessalure générale due probablement au fait que les courants de marée, qui longent étroitement le littoral (voir G. Lemoine), recueillent et véhiculent les eaux provenant des rivières et du ruissellement. L'eau du littoral pourrait donc être considérée comme très légèrement *saumâtre* par rapport à l'eau du large en hiver et au printemps, tandis qu'en été, nous l'avons vu, elle est absolument normale.

Bien que la dessalure de l'eau littorale puisse se manifester en des points aussi éloignés des estuaires que l'est Cancale (situé à 25 km. du Couesnon, 23 km. de la Rance), elle s'accentue souvent au voisinage de ceux-ci : par exemple, le 16 avril 1928, à marée haute :

Paramé et Rochebonne (quelques km. à l'est de la Rance).	34,0
Cale Saint-Père (Rance)	33,1

Le 19 avril 1928, à marée montante :

Le Décollé (5 km. à l'ouest de la Rance)	34,7
Cale Saint-Père	34,0

Mais ce n'est pas toujours le cas, et il y a de fortes irrégularités. Par exemple, le 17 avril 1928 (marée haute à 17 h. 11) :

Dinard-Saint-Enogat	17 h.	34,3
Cale Saint-Père	17 h. 45	34,0
Paramé	18 h. 15	33,7
Cale Saint-Père	19 h.	34,7

On peut cependant dire qu'à cette époque de l'année l'apport d'eau douce de la Rance se fait très légèrement sentir à Saint-Servan : l'eau de la cale Saint-Père est un peu plus « saumâtre » que n'est l'eau littorale, légèrement saumâtre elle-même.

En corrélation avec ce fait, les variations de salinité qui accompagnent le phénomène de la marée sont souvent en sens inverse de ce qu'elles sont en été, et deviennent comparables à celles qui se produisent en été à Concarneau et à Luc. Par exemple :

Le 17 février 1928	Marée basse (9 h. 32)	30,8
	Marée haute (15 h. 18)	31,5

(Cet exemple a été pris au moment où les dessalures étaient les plus accentuées, par suite des crues que subissaient tous les fleuves en février 1928.)

Mais, fréquemment aussi, les variations de salinité qui accompagnent la marée, n'ont pas ce caractère régulier, et deviennent indécises. Voici par exemple le résultat de mesures faites tout le long d'une journée, le 5 avril 1928, de la marée haute du matin (11 m. 70) à la marée basse (1 m. 35) et à la marée haute du soir (11 m. 60).

Marée haute	6 h. 31,	cale Saint-Père	33,7
	8 h. 47	—	34,0
	11 h. 03	—	33,7
Marée basse	13 h. 20	—	33,4
	15 h. 08	—	33,4
	16 h. 56	—	33,1
Marée haute	18 h. 45	—	33,1

Ces résultats sont traduits en graphique dans le tableau 2. Ils marquent un abaissement graduel de la salinité, indépendant du phénomène de la marée. Ce qui montre que les faits sont complexes, et qu'il faut compter, non seulement avec l'arrivée d'eau douce par la Rance, mais avec autre chose, probablement les variations de la salinité de l'eau véhiculée le long du littoral par les courants de marée.

Il serait intéressant de rechercher si le caractère légèrement saumâtre de l'eau littorale, qui se manifeste en des points même très éloignés des estuaires, existe tout le long des côtes en saison humide, ou bien s'il est spécial à la région du golfe normano-breton, où il pourrait être favorisé par la faible profondeur de la mer, mettant obstacle à un brassage de l'eau littorale par l'eau du large.

Teneur en Oxygène dissous

Historique

Les premiers dosages d'oxygène dissous qui aient été faits sur l'eau littorale, sont ceux que Morren effectua en 1844, sur de l'eau prise à Saint-Servan, au lieu même où j'ai à mon tour effectué des recherches. Il procédait à l'analyse à Rennes, avec l'eudiomètre. Les teneurs obtenues de la sorte variaient de 29 cm^3 7 à 53 cm^3 6 d'oxygène pour 4 l. 5 d'eau de mer. Ces résultats, traduits en milligramme par litre pour les rendre comparables aux suivants, correspondent à 9 mg. 44 — 17 mg. 03. L'auteur établit que la teneur en oxygène dissous augmente par la lumière, et par le beau temps, surtout si la mer est calme. En 1846, Lewy, opérant à Langrune, arrive à des conclusions analogues, en montrant que la teneur en oxygène diminue par temps couvert, et encore plus pendant la nuit. Depuis cette époque, le travail le plus important est certainement

celui que LEGENDRE a effectué à Concarneau, en 1907 et 1908, en employant la méthode de dosage de LÉVY et MARBOUTIN. Les teneurs observées varient de 7 mg. 3 à 14 mg. 3, et se tiennent le plus souvent aux environs de 10 à 11 milligrammes par litre. L'auteur confirme les résultats de ses prédécesseurs, en montrant qu'un maximum se manifeste au moment du plus grand éclairement de la journée, et que ce maximum est un peu plus élevé pendant les journées ensoleillées que pendant les journées nuageuses ; de plus, il établit que l'agitation de l'eau ne paraît pas avoir une grosse influence sur la teneur en oxygène dissous, contrairement à une opinion que l'on entend souvent exprimer ; il n'y a pas non plus de relations apparentes entre les variations de la teneur en oxygène et le phénomène des marées. A Arcachon, LEGENDRE obtient des résultats parallèles à ceux de Concarneau.

TECHNIQUE

J'ai employé, comme LEGENDRE, la méthode de LÉVY et MARBOUTIN. Sa valeur est démontrée par les mesures comparatives que ses auteurs ont effectuées avec la pompe à mercure (voir LEGENDRE, 1907, p. 17). Cette méthode présente sur celle de WINKLER l'avantage d'éviter les erreurs dues à la présence de matières organiques et de sels de fer (LEGENDRE, 1925, p. 150). J'en rappellerai brièvement le principe.

L'analyse se fait dans une pipette à deux robinets où l'on a enfermé un volume connu de l'eau de mer à analyser. On fait entrer en combinaison l'oxygène de cette eau, en introduisant dans la pipette un volume connu de sulfate de fer ammoniacal, en excès, en présence d'un alcali. Puis on revient en milieu acide, où l'oxyde de fer se dissout. On dose le sulfate de fer non transformé, à l'aide d'une solution titrée de bichromate de potassium. On en déduit la quantité d'oxygène dissous par litre, qu'on exprime, par exemple, en milligrammes. Chaque dosage dure environ 20 minutes ; avec de l'entraînement, et en cas de nécessité, j'ai pu effectuer des dosages se succédant toutes les 10 à 12 minutes.

Mes dosages étaient faits au laboratoire chaque fois que l'eau était prise à proximité immédiate ; lorsque le lieu à étudier était éloigné, je transportais sur place le matériel voulu, à l'aide d'une embarcation en général, afin que l'analyse puisse suivre immédiatement la récolte de l'échantillon d'eau.

RÉSULTATS

Les chiffres obtenus par des analyses d'eau de mer prise, soit à la pointe du Décollé, soit à la cale Saint-Père à Saint-Servan, varient entre 9 mg. 5 (5 avril 1928, à 6 h. 30) et 12 mg. 1, (15 septembre 1927, 9 h. 30).

Les valeurs sont légèrement plus élevées en été, où elles se tiennent en moyenne autour de 11 mg. par litre, qu'au printemps où elles sont le plus souvent de 10 mg. environ.

La teneur en oxygène dissous est, on le voit, beaucoup moins variable d'après mes mesures que d'après celles de MORREN, ce qui n'est pas étonnant, étant données les conditions très défectueuses où s'effectuaient les analyses de cet auteur.

La comparaison avec les résultats obtenus par LEGENDRE à Concarneau, comparaison absolument valable puisque les analyses ont été faites par la même méthode, montre que la teneur en oxygène dissous est beaucoup moins variable à Saint-Servan qu'à Concarneau.

Pour rendre compte du degré de variabilité existant à Saint-Servan, je donne quelques groupes de résultats obtenus pris dans des conditions bien définies (à la cale Saint-Père).

Le matin à la pleine mer,	27 août	1927	11 mg. 1
— —	1er septembre	—	10 mg. 2
— —	15 septembre	—	12 mg. 1
— —	16 septembre	—	11 mg. 9
Le soir à la pleine mer,	22 août	—	10 mg. 1
— —	27 août	—	10 mg. 6
— —	22 septembre	—	12 mg. 0
Le matin à marée basse,	17 septembre	—	11 mg. 7
— —	18 septembre	—	11 mg. 8
Le soir à marée basse,	27 août	—	11 mg. 3
— —	30 août	—	11 mg. 1
— —	12 septembre	—	11 mg. 7

J'ai essayé, comme les auteurs précédents, de rechercher si les conditions atmosphériques, le phénomène de la marée, etc., influent sur la quantité d'oxygène dissous.

Mes recherches confirment entièrement leurs résultats en ce qui concerne l'influence de l'agitation de l'eau : c'est-à-dire que cette influence ne s'est pas manifestée.

L'influence de l'éclairement, établie par tous les auteurs précédents, n'est pas bien nette ici. La divergence de ce résultat avec ceux de LEGENDRE à Concarneau s'explique sans doute par la grande étendue que présentent les herbiers à Concarneau, l'assimilation chlorophyllienne augmentant sous l'influence de la lumière. Mais, avec les résultats de MARREN, établis à Saint-Servan même, la contradiction ne s'explique pas. Peut-être l'influence de l'éclairement existe-t-elle à Saint-Servan, mais est-elle souvent masquée par un autre phénomène, qui se manifeste ici, l'influence de la marée.

Une relation très constante m'est apparue entre le phénomène de la marée et les variations de l'oxygène dissous, en été du moins. Il en est ainsi à la pointe du Décollé et à la cale Saint-Père. La teneur en oxygène dissous passe par un minimum après la pleine mer, à marée descendante, et par un maximum à marée montante. Voici par exemple les résultats obtenus à la cale Saint-Père le 27 août 1927, résultats qui sont traduits en graphique dans la figure 1.

Marée haute.....	7 h. 18	Oxygène	11 mg. 1
	9 h. 20	—	10 mg. 6
	11 h. 20	—	10 mg. 9
Marée basse, 14 h. 08	13 h. 20	—	11 mg. 1
	15 h. 25	—	11 mg. 4
	17 h. 30	—	11 mg. 7
Marée haute.....	19 h. 36	—	10 mg. 6

LEWY et LEGENDRE, n'ayant pas trouvé de relation entre la teneur de l'eau en oxygène dissous et le phénomène de la marée, il est vraisemblable qu'il faut attribuer l'existence de cette relation dans notre région à l'amplitude des marées qui est beaucoup plus forte ici qu'à Luc et Concarneau. A l'appui de cette opinion, je mentionnerai que les variations observées à Saint-Servan sont généralement plus accentuées en vive eau qu'en morte eau, où elles peuvent arriver à s'annuler entièrement, même par des journées très ensoleillées.

Au mois d'avril, où nous avons déjà constaté des irrégularités dans les variations de la salinité considérées dans leurs rapports avec le phénomène de la marée, les variations de l'oxygène dissous sont également plus indécises. Voici les résultats obtenus le 5 avril 1928, et traduits en graphique dans la figure 2 :

Marée haute,	6 h. 31,	cale Saint-Père	9 mg. 5
	8 h. 47	—	10 mg. 1
	11 h. 03	—	10 mg. 1
Marée basse,	13 h. 20	—	9 mg. 8
	15 h. 08	—	10 mg. 1
	16 h. 56	—	10 mg. 3
Marée haute,	18 h. 45	—	10 mg. 5

La dernière question que je me sois posée au sujet de l'oxygène dissous, est de savoir s'il existe à ce point de vue des différences importantes entre l'eau littorale et l'eau du large. Les quelques mesures que j'ai effectuées à bord du garde-pêche *Albatros* m'ont donné des résultats tout à fait normaux (1er septembre 1927).

Eau littorale.	Saint-Servan 10 h., marée haute	10 mg. 2
—	Le Décollé 11 h. 15, moment du minimum .	9 mg. 6
Eau du large.	Au large du cap Fréhel, 12 h. 30.....	11 mg. 2
—	Retour vers Saint-Malo, 12 h. 40	11 mg. 6
—	A mi-chemin de Saint-Malo, 13 h. 15.....	11 mg. 6
—	Au large de Cézembre, 14 h. 20	11 mg. 6

Le pouvoir réducteur de l'eau de mer ou Les matières organiques dissoutes

Technique et définitions

Si l'on veut se faire une idée de la quantité de matières organiques dissoutes dans l'eau de mer (ou plutôt, ainsi que nous le verrons, des *variations* de ces matières), on peut utiliser à cet effet leurs propriétés réductrices, à l'aide d'une solution de permanganate que l'on mélange à un volume donné de l'eau à analyser. Les auteurs qui ont pratiqué ces « dosages » au permanganate les qualifient « dosages de la matière organique » : ceci est abusif ; nous ne pouvons mesurer que la quantité d'oxygène cédé par le permanganate à l'eau de mer, et cette quantité est impossible à traduire en poids de matière organique, pour la raison suivante (et pour d'autres) : nous connaissons trop mal la nature et les proportions des composés organiques dissous dans l'eau de mer. Dans ces conditions, je crois qu'il faut se contenter de parler du *pouvoir réducteur de l'eau de mer*, en entendant par là : la quantité de permanganate détruite par un échantillon donné d'eau de mer, dans des conditions bien définies que je préciserai tout à l'heure. Il s'agit alors, non plus d'un *dosage*, mais d'une *mesure*.

L'idée de mesurer ce pouvoir réducteur de l'eau de mer se justifie par les résultats : nous verrons, en effet, que le pouvoir réducteur varie dans les limites relativement restreintes, et qu'on peut le considérer comme l'une des propriétés caractéristiques d'une eau de mer, au même titre que d'autres qualités par nous définies et qui sont la température, la salinité, la teneur en oxygène dissous, le pH, etc.

En pratique, la mesure du pouvoir réducteur de l'eau de mer présente des difficultés particulières. On ne peut employer, comme pour l'eau douce, le permanganate en milieu acide. En effet, le chlorure de sodium de l'eau de mer, réagissant sur l'acide sulfurique, donne de l'acide chlorhydrique qui consomme du permanganate :

$$8\ H\ Cl + Mn\ 04\ K = Mn\ Cl2 + K\ Cl + 4\ H2O + 5\ Cl$$

C'est une cause d'erreurs considérable. On peut y parer en opérant en milieu alcalin (méthode de Schulze-Trommsdorff). Mais d'autres inconvénients surgissent alors. Le pouvoir oxydant du permanganate est affaibli, du fait que ce corps se transforme en bioxyde de manganèse : deux molécules de permanganate ne libèrent alors que 3 atomes d'oxygène, au lieu de 5 dans la réaction en milieu acide. Dans ces conditions, l'oxydation des matières organiques est toujours incomplète. D'autre part, on évalue la quantité de permanganate consommé, en l'employant en excès et dosant par l'acide oxalique la quantité restante : dans cette dernière opération, l'inconvénient de l'acide sulfurique reparaît.

En dépit de ces inconvénients, c'est la méthode de dosage en milieu alcalin qui a été choisie par Natterer lors de ses expéditions sur le « Pola », puis par Petersen. C'est elle aussi que Giral Pereira emploie et recommande en attendant mieux.

Je l'adopterai donc, en prenant la précaution de dire que les résultats obtenus sont entachés d'erreur (il ne faut donc pas songer à obtenir des valeurs absolues), mais que leur valeur comparative est incontestable. C'est ce qu'a déjà dit Natterer : « die Resultate sind also etwas zu niedrig, jedoch vergleichbar ».

Cette méthode a été employée par les différents auteurs avec des variantes de détail. Il est donc nécessaire que je précise le mode opératoire que j'ai adopté.

Analyse des échantillons. — L'échantillon d'eau de mer (1) à étudier est filtré sur filtre Durieux de qualité « courante » (étiquette blanche), correspondant aux filtres Berzelius de qualité OO, qui, d'après Pereira, arrêtent le microplankton et les particules inertes en suspension, tout en laissant passer les molécules dissoutes et les micelles à l'état d'hydrosol. On met 100 cm³ du filtrat dans un matras; on y ajoute 1 cm³ d'eau sodée, contenant, en poids, 1 de soude caustique pour 2 d'eau, et 10 cm³ (davantage si l'eau est extrêmement réductrice) d'une solution de permanganate de potassium, titrée de façon qu'un centimètre cube de cette solution fournisse 0 gr., 00008 d'oxygène; comme nous opérons en milieu alcalin, la solution doit contenir, pour 1 litre d'eau, le tiers d'un centième de molécule-gramme de permanganate :

$$\frac{158{,}03}{100} \times \frac{1}{3} = 0\ \text{gr.}, 527$$

On plonge rapidement le matras dans un bain-marie à 100°, on l'y maintient pendant un temps exactement défini, 10 minutes. Puis on le refroidit brusquement vers 50°. On y ajoute alors 10 cm³ d'une solution d'acide oxalique équivalente à celle de permanganate (1 de solution

(1) S'il s'agit d'eau saumâtre, je rétablis préalablement la teneur normale en chlorures, à l'aide de chlorure de sodium chimiquement pur. L'omission de cette précaution n'entraîne d'ailleurs pas d'erreurs importantes.

décinormale d'acide oxalique et 5 d'eau) (1), et 5 cm³ d'une solution contenant, en poids, 1 d'acide sulfurique pour 3 d'eau. L'excès de permanganate qui n'avait pas été consommé par les substances organiques, est décoloré par l'acide oxalique. On mesure cette quantité de permanganate en mesurant la quantité d'acide oxalique détruit, et ce dernier résultat s'obtient en dosant au permanganate l'acide oxalique restant. Pour ce dosage final, on emploie la même solution de permanganate qu'au début, équivalente par conséquent, à celle d'acide oxalique : de sorte que la dernière lecture, à l'obtention de la teinte rose, donne sans aucun calcul la quantité de permanganate détruite par l'eau de mer.

Expression des résultats. — Ce volume de solution de permanganate employé, me tiendra lieu d'expression des résultats. Je ne le traduirai même pas en quantité d'oxygène cédé, comme l'ont fait les auteurs précédents, car je ne prétends obtenir qu'une simple *échelle de repérage*, établie dans un but uniquement comparatif. Les degrés de cette échelle seront indiqués par le *nombre de centimètres cubes de la solution de permanganate consommés par 1 litre d'eau de mer.* Je dirai simplement : *pouvoir réducteur* 12 ; *pouvoir réducteur* 15, etc.

Remarque sur la filtration. — La prétention de vouloir séparer par filtration les éléments dissous et les éléments non dissous est un peu illusoire, puisqu'il existe des micro-organismes susceptibles de traverser les filtres. Dès lors, on pourrait craindre que tout ou partie du pouvoir réducteur que j'attribue à des substances organiques dissoutes, appartienne en réalité à des micro-organismes. J'ai étudié la question en comparant le pouvoir réducteur d'un même échantillon d'eau de mer, avant et après filtration. Et, dans tous les cas où j'ai opéré, dans les divers milieux dont il sera question plus loin (eau littorale normale ; eau des cuvettes des rochers ; eau des bassins à flot; eau chargée de vase de Port-Saint-Jean, etc.), j'ai trouvé les mêmes chiffres, dans la partie non filtrée et dans la partie filtrée de l'échantillon : pour l'étude de ces domaines, la filtration était presque superflue. Je crois pouvoir en conclure que les corps organiques non dissous (particules de vase ; macroplankton et microplankton), ou bien étaient d'importance insignifiante par rapport aux substances réductrices dissoutes, ou, bien plutôt, n'étaient attaqués que faiblement ou pas du tout, en milieu alcalin.

Conservation des échantillons. — En principe, le dosage doit être entrepris aussitôt après le prélèvement. Mais la nécessité de disposer d'une source de chaleur rend difficile l'obéissance constante à cette règle, quand on veut procéder à des séries de mesures en des points très divers du littoral. Peut-on ramener au laboratoire, avec quelque chance d'en tirer des renseignements utiles, des échantillons conservés pendant quelques heures ?

Pour me rendre compte des erreurs que l'on peut commettre en procédant de la sorte, j'ai pratiqué de nombreux essais.

Giral Pereira conseille, soit d'ajouter un antiseptique (sublimé), soit de filtrer au préalable : par ces deux méthodes on supprimerait l'action perturbatrice des organismes vivants, capables de fabriquer des matières organiques.

J'ai essayé ces deux procédés, et j'y ai joint l'étude d'échantillons conservés sans aucun traitement, et filtrés seulement au moment de l'analyse.

L'addition d'un antiseptique m'a donné des résultats détestables : le plus souvent les résultats sont majorés, d'une fraction assez faible au bout de quelques heures, mais qui peut atteindre 20 et 30 pour cent après 24 heures. Je suis porté à croire que les organismes étant tués par le sublimé, les liquides de leur corps diffusent dans l'échantillon.

(1) En pratique il vaut mieux faire d'abord la solution oxalique, qui est stable, puis préparer une solution de permanganate approchant la concentration indiquée ci-dessus et l'ajuster exactement sur celles d'acide oxalique. Vérifier de temps à autre l'équivalence des deux solutions, et corriger, s'il y a lieu, la solution de permanganate.

Par contre, les résultats obtenus par les deux autres méthodes sont assez satisfaisants. Après une à quatre heures d'attente, l'erreur est généralement nulle. Après vingt-quatre heures, on note souvent des écarts, dans un sens ou dans l'autre, dont j'ignore la cause ; l'erreur atteint souvent 10 et parfois 15 pour cent pour les échantillons filtrés, mais elle est généralement beaucoup plus faible pour les échantillons conservés sans traitement, pour lesquels elle atteint rarement 10 pour cent. Il était, au fond, à prévoir, que c'était en s'abstenant de troubler l'équilibre entre les constituants vivants et inertes de l'échantillon, que l'on pouvait espérer y observer le minimum de modifications.

En résumé, le meilleur procédé de conservation est le plus simple : échantillons gardés sans aucun traitement. Les résultats peuvent être regardés comme exacts si l'attente ne dépasse pas 3 ou 4 heures. Dans certaines de mes recherches ce délai fut dépassé : j'en ferai mention, et dans ce cas le résultat devra être considéré comme valable à un dixième près.

Résultats

Un premier résultat, et fort important pour le but que je poursuis, consiste en ce fait que, si grossièrement défini que soit le « pouvoir réducteur » de l'eau de mer, et si inconnues que soient la nature et les proportions des corps auxquels appartient ce pouvoir, celui-ci se révèle pourtant, à l'épreuve, comme une caractéristique relativement fixe de l'eau de mer : du moins on n'observe pas d'écarts trop considérables ni trop désordonnés qui chasseraient l'espoir d'arriver à des résultats intéressants, tant au point de vue océanographique qu'au point de vue de l'influence possible sur la répartition des organismes.

Dans la région de Saint-Malo, le pouvoir réducteur de l'eau de mer littorale se tient en moyenne aux environs de 12. Les valeurs extrêmes que je lui ai trouvées sont, au minimum, de 9 (Saint-Servan, 3 septembre 1927, marée haute) et au maximum de 19 (Saint-Servan, 4 août 1927, mi-marée descendante ; Le Décollé, 1er septembre 1927, mi-marée descendante). Cette variation du simple au double est évidemment considérable, mais pas plus que ne l'est par exemple la variation de la teneur en oxygène dissous à Concarneau. Il est donc tout à fait justifié de traiter du pouvoir réducteur comme de n'importe quelle autre qualité de l'eau de mer et de rechercher notamment si ce pouvoir est lié au phénomène de la marée.

Le pouvoir réducteur peut subir certaines variations se produisant en l'espace de quelques jours.

Voici par exemple une série de mesures effectuées à des moments comparables de la marée (mi-marée descendante à la tour Solidor).

25 juillet	1927	Pouvoir réducteur	17
5 août	1927	—	16
9 août	1927	—	10
12 août	1927	—	11
15 août	1927	—	10
27 août	1927	—	13
2 septembre	1927	—	14,5

Il faudrait rechercher, par des études systématiques, si ces variations sont en rapport avec d'autres phénomènes naturels. Je n'ai pas eu le temps d'entreprendre ce travail.

En effectuant une série de mesures dans le cours d'une journée, on observe un phénomène très net : *le pouvoir réducteur de l'eau de mer subit des variations corrélatives du phénomène de la marée. Il passe par un minimum aux environs de la marée basse, et par un maximum à un moment qui varie depuis l'heure de la marée haute jusqu'à deux heures plus tard, environ.* L'écart le plus accentué que j'aie observé s'est produit le 2 septembre 1927, le minimum ayant pour valeur 11 et le maximum 14,5. Les variations sont le plus souvent de l'ordre de celles que j'ai observées le 27 août 1927, de la pleine mer du matin à la pleine mer du soir, et qui sont traduites en graphique dans la figure 1 :

Pleine mer.	7 h. 18.	Pouvoir réducteur	12
	9 h. 20.	—	13
	11 h. 20.	—	11,5
Marée basse 14 h. 08.	13 h. 20.	—	11
	15 h. 20.	—	12
	17 h. 30.	—	11,5
Pleine mer.	19 h. 36.	—	13

Cette relation établie en été se retrouve au printemps, contrairement à ce qui avait lieu pour la salinité et la teneur en oxygène dissous : voici les mesures faites pendant la journée du 5 avril 1928, et qui sont traduites en graphique dans la figure 2.

Pleine mer	6 h. 31.	Pouvoir réducteur	14
	8 h. 47.	—	14
	11 h. 03.	—	12,5
Basse mer	13 h. 20.	—	12,5
	15 h. 08.	—	12,5
	16 h. 56.	—	13,5
Pleine mer	18 h. 45.	—	14

Je possède aussi quelques mesures sur le pouvoir réducteur de l'eau du large, mesures trop peu nombreuses pour pouvoir être données autrement qu'à titre d'indication :

12 août 1927	Cale Saint-Père, 3 heures après la pleine mer	11
—	A mi-chemin de l'île de Cézembre, à marée basse	13
26 août 1927	Au large de Cézembre, à marée basse.....	13
—	Cale Saint-Père, 2 heures avant la pleine mer	11
1er septembre 1927	Cale Saint-Père, marée haute, 9 h. 50	14
—	Le Décollé (eau littorale encore), 11 h. 15	19
—	Au large du cap Fréhel, 12 h. 30.....	13
—	Retour vers Saint-Malo, 12 h. 40	17
—	Au large du « Vieux Banc », 13 h. 15	16,5
—	Au large de Cézembre, 14 h. 20.....	15,5
—	Saint-Servan, eau littorale, 15 heures.....	11,5

S'il était permis de tirer une indication de ces quelques mesures, il semblerait que le pouvoir réducteur est un peu plus élevé au large que sur le littoral.

Enfin j'ai fait quelques essais pour connaître les variations du pouvoir réducteur avec la profondeur. D'après Giral Pereira, les matières organiques dissoutes se trouveraient en quantité bien plus grande en profondeur qu'à la surface où l'oxydation plus facile les minéraliserait.

On pourrait alors se demander si, à marée haute, les organismes habitant le bas de la zone littorale ne subiraient pas des teneurs élevées en matières organiques dissoutes. Voici les résultats obtenus (1) dans une même journée, le 2 septembre 1927, à marée haute et à marée basse, entre l'île de Bizeux et la pointe de La Vicomté (embouchure de la Rance).

1° A marée haute (niveau de l'eau : +10 m. 25).

Niveau de la prise d'eau		Pouvoir réducteur
Par rapport a la surface	Par rapport au zéro	
0	+ 10 m. 25	12
— 5 m.	+ 5 m.	13
— 10 m.	0	13
— 15 m.	— 5 m.	13
— 21 m. (fond)	— 11 m.((fond)	12

2° Le même jour, à marée basse (niveau de l'eau : + 3 m.).

Niveau de la prise d'eau		Pouvoir réducteur
Par rapport a la surface	Par rapport au zéro	
0	+ 2 m.	11
— 5 m.	— 2 m.	10,5
— 10 m.	— 7 m.	12,5
— 15 m. (fond)	— 12 m. (fond)	13,5

Ces quelques mesures semblent indiquer qu'il n'y a pas d'augmentation bien sensible du pouvoir réducteur aux faibles profondeurs étudiées, et, en tous cas, dans l'épaisseur de la zone intercotidale.

Les matières en suspension dans l'eau de mer

Technique

La présence de particules en suspension dans l'eau de mer, ne compte pas parmi les qualités de l'eau de mer dont l'étude doive donner lieu nécessairement à des dosages précis. Car le simple examen visuel permet déjà d'apprécier le trouble d'une eau, et de reconnaître si ce trouble est dû à de la vase ou à du sable.

Cependant, il m'a été utile dans certains cas (voir le chapitre VII, 3e partie, traitant de l'influence des matières organiques sur les animaux) de procéder à des mesures comparatives, se rapportant à la vase en suspension. Puisque j'étudie l'eau prise au contact du littoral, et souvent en surface,

(1) Prélèvements effectués avec une bouteille Richard soigneusement débarrassée de toute trace de corps gras.

il ne m'était pas possible d'employer la méthode du disque qui nécessite une grande épaisseur d'eau. J'ai employé un procédé grossier, suffisant pour le but que je me proposais. J'ai pensé que l'on est fondé à dire qu'un échantillon d'eau renferme une plus forte quantité de matières suspendues qu'un autre, si le premier laisse plus de cendres que le second. Je soumets à la filtration sur filtre sans cendres, marque Durieux de qualité « courante », un volume déterminé d'eau de mer. Le filtre est ensuite lavé très soigneusement à l'eau distillée, pour éliminer les sels solubles de l'eau de mer qui l'imbibe. Le lavage est continué jusqu'à ce que l'eau de lavage,ayant traversé le filtre, ne donne plus aucun précipité par le nitrate d'argent. Le filtre est alors soumis à l'incinération dans une capsule tarée. Les cendres sont pesées ; du poids obtenu on retranche le poids, connu, de cendres laissées par le filtre. Le résultat, très faible, n'est cependant pas négligeable, même lorsqu'on opère sur un volume limité d'eau de mer très transparente. Enfin, le résultat obtenu est rapporté à un litre.

Il aurait été intéressant de doser la quantité de matières organiques en suspension dans l'eau. Je n'ai pas accompli ce travail ; à défaut, j'ai cru pouvoir admettre que, plus un échantillon d'eau de mer renferme de vase, plus il renferme de matières organiques suspendues. En effet, les analyses de vase montrent que les matières organiques entrent pour une proportion relativement constante dans la composition des vases. Pruvot a trouvé, dans la région de Roscoff, des proportions allant de 4,4 % à 7,5 % ; dans la région de Banyuls, de 3,7 à 6,3 %, le plus souvent 5 % environ. Cependant, cette façon d'apprécier la richesse d'une eau en matières organiques suspendues, d'après les cendres minérales qu'elle laisse, est peut-être abusive. Je ne l'emploierai qu'avec prudence. Mais j'aurai le droit, évidemment, de me baser sur la transparence d'une eau pour affirmer sa pauvreté en matières organiques suspendues, alors que cette eau peut être très riche en matières organiques dissoutes (mesure du pouvoir réducteur).

Résultats

L'eau prise à la Cale Saint-Père ou au Décollé et qui a donné lieu aux mesures suivantes, était toujours claire en apparence (je l'examinais dans un bocal de 5 centimètres de diamètre). Cependant, la quantité de vase qu'elle renfermait était assez variable, si l'on se fie aux mesures suivantes.

En été 1927, la quantité de cendres était généralement très faible à marée haute ou montante :

Cale Saint-Père, 10 septembre, à mi-marée montante	Cendres, par litre	8 mg. 4
Pointe du Décollé, 11 septembre, à mi-marée montante	—	8 mg. 7
Rance devant Saint-Servan, 27 septembre, à marée haute	—	5 mg. 7

Elle était sensiblement plus élevée à marée basse :

Cale Saint-Père, 16 août 1927	67 mg.

Au printemps de 1928, les valeurs obtenues sont plus élevées :

Cale Saint-Père, 7 avril 1928, marée haute	63 mg.
Cale Saint-Père, 14 avril 1928, marée haute	31 mg.

J'ai effectué des mesures pendant toute une journée, pour me rendre compte de l'influence de la marée (5 avril, Cale Saint-Père, par mer calme).

Marée haute	6 h. 31	Cendres, par litre	52 mg.
	8 h. 47	—	66 mg.
	11 h. 03	—	137 mg.

Marée basse, 13 h. 20.....	—	153 mg.
15 h. 08.....	—	40 mg.
16 h. 56.....	—	60 mg.
Marée haute, 18 h. 45	—	97 mg.

Malgré des discordances de détail, on peut dire que la quantité de matières suspendues est plus forte à marée basse qu'à marée haute, comme il fallait s'y attendre.

Enfin, je mentionnerai qu'à la suite des grandes tempêtes, la quantité de matières en suspension augmente jusqu'à donner à la mer un aspect trouble. Ce fut le cas à la suite de la tempête du 1er avril 1927, qui causa la perte du *Louis Pasteur*. Le trouble fut visible pendant plus de huit jours. La quantité de cendres laissée par l'eau était exceptionnellement élevée :

Marée basse, 2 avril 1927..... Cendres, par litre 1 gr. 567

Si l'on veut établir une correspondance entre les mesures pondérales des cendres et l'appréciation visuelle du trouble, on peut dire qu'une eau « transparente » (examinée dans un bocal de 5 cm. de diamètre), peut donner jusqu'à 160 milligr. de cendres environ, qu'une eau « légèrement trouble » donne 100 à 500 milligr. environ, qu'une eau « trouble » en donne 1 gramme environ, et qu'une eau « très trouble » donne 2 grammes et au delà. Ceci, du moins, correspond à mon appréciation personnelle, que j'indique ici afin qu'il puisse en être tenu compte dans la suite de l'exposé.

La concentration en ions hydrogène

Méthode

Pour mesurer le pH de l'eau de mer, j'ai utilisé les colorants de Clark et Lubs. En employant ces colorants en solution alcoolique à 1 %, comme l'ont fait Mac Clendon, Gault et Mulholland on réduit l'erreur de sels au minimum ; de plus, cette erreur a été déterminée pour diverses salinités, ce qui permet, dans une certaine mesure, l'étude de l'eau saumâtre (1). De plus, j'ai utilisé les simples échelles de Clark et Lubs, prévues pour l'eau douce, en les graduant par rapport aux précédentes à l'aide d'échantillons d'eau de mer. Je n'ai pas la prétention de publier les corrections de salinité ainsi obtenues, dont la précision n'est pas parfaite. Mon seul but était de faire des déterminations approchées, avec le matériel le plus maniable, au cours d'expéditions où je devais traîner en bicyclette, pendant 20 ou 40 kilomètres, des appareils variés. J'ai même parfois utilisé ces colorants pour l'eau saumâtre, après avoir déterminé expérimentalement les corrections à apporter pour diverses salinités. Les mesures obtenues par ce dernier moyen ne sont exactes qu'à 0,2 près (2) et celles qui se rapportent à l'eau de mer, à 0,05 près, approximations tout à fait suffisantes pour le genre de recherches que j'effectuais. L'échelle de Mac Clendon, Gault et Mulholland permet d'étudier jusqu'au pH 9,05. J'ai rencontré, dans les cuvettes à algues calcaires, des valeurs sensiblement plus élevées. Pour les étudier, j'ai utilisé des colorants de Clark préparés pour l'eau douce (bleu de thymol et orthocrésolphtaléine), en les étalonnant comme j'ai dit plus haut jusqu'à la valeur pH 9,0, et en supposant, pour la région des pH plus élevés, que l'erreur des sels y restait sensiblement la même (jusqu'au pH 9,3). Chaque fois que des chiffres auront été obtenus par ce procédé, je le mentionnerai.

---

(1) Je dois l'utilisation de cette méthode à M. Pontillon, qui a bien voulu me l'enseigner lors d'un séjour qu'il fit au laboratoire de Saint-Servan. Je lui en exprime mes remerciements.

(2) Je ferai mention des erreurs possibles, dans chacun des cas (peu nombreux d'ailleurs) où j'ai opéré de la sorte.

Résultats

Il ressort des recherches effectuées par Atkins dans la baie de Plymouth et à l'entrée de la Manche, par Legendre à Concarneau, par Labbé au Croisic, que le pH de l'eau de mer semble s'établir, dans nos régions, aux environs de 8,0 à 8,2. Certaines variations ont été notées. A Plymouth, variations avec la marée (différence 0,05 entre la haute et la basse mer), et variations annuelles. A Concarneau, variations avec l'éclairement de 8,0 à 8,19 en raison du voisinage de prairies de Zostères.

Dans la région de Saint-Malo, je constate que le pH se tient, à peu près invariablement, aux environs de 8,1. Je n'ai pas trouvé de variations liées à l'éclairement (1), sans doute parce que les herbiers sont moins abondants ici qu'à Concarneau, ni à la marée, en dépit de la grande amplitude de cette dernière. Du moins, ces variations, si elles se produisent, n'atteignent certainement pas un demi-dixième. Les figures 1 et 2, relatant les mesures effectuées tout le long des journées du 27 août 1927 et du 5 avril 1928, par des marées d'amplitude moyenne, mettent en évidence l'invariabilité du pH. En vive eau et en morte eau, les résultats sont exactement les mêmes. Les variations annuelles paraissent également très faibles. Le minimum fut observé au début d'avril 1926 : pH 8,05 ; le maximum fut observé dans la seconde quinzaine de juillet 1926 : pH 8,15. En 1927 et 1928, le pH, observé en mars-avril et dans la période de juillet à octobre, présenta toujours la valeur 8,1.

Groupement des résultats précédents

Les données contenues dans les pages précédentes ne représentent qu'une étude très sommaire des qualités de l'eau de mer à Saint-Malo. En effet, cette étude n'a pas été pratiquée régulièrement pendant tout le cours de l'année ; d'autre part, elle ne concerne que quelques-unes des qualités de l'eau de mer ; en particulier, je n'ai pas étudié (faute de techniques commodes) la teneur en gaz carbonique, ni la nature des différentes substances organiques, etc. Je n'ai pas parlé de certaines qualités, telles que la température, que j'ai étudiées, mais dont il n'y a rien de bien particulier à dire. Il n'empêche que les résultats énoncés doivent être retenus pour la plupart, soit qu'ils soient entièrement nouveaux (variations du pouvoir réducteur de l'eau de mer) soit qu'ils diffèrent des résultats obtenus en d'autres régions. Il me faut maintenant les grouper pour les étudier dans leurs rapports réciproques Ce groupement est effectué dans les deux graphiques 1 et 2.

Le premier résume les observations faites sur l'eau littorale « normale » en été. L'exemple choisi est celui de la journée du 27 août 1927. Les conditions météorologiques étaient les suivantes : ciel couvert assez uniformément ; vent très faible ; mer très calme, même à la marée montante.

Le second donne un exemple des variations de l'eau littorale au début du printemps (journée du 5 avril 1928), époque à laquelle des irrégularités affectent certaines qualités de l'eau (salinité). Les conditions météorologiques étaient les suivantes : soleil de 6 heures à 8 heures, temps couvert et pluie jusqu'à 11 h. 1/2, puis, jusqu'au soir, éclaircies alternant avec des averses ; vent modéré du nord-ouest ; mer calme.

---

(1) Cependant, le 6 avril 1928, sur les rochers de la Cité (Saint-Servan), le pH. était de 8,05 seulement à 5 heures du matin (lever du jour) ; à 9 h. 45 il était de 8,1, valeur qu'il conserva toute la journée. C'est la seule variation que j'aie pu rapporter à l'éclairement, et on voit combien elle est faible.

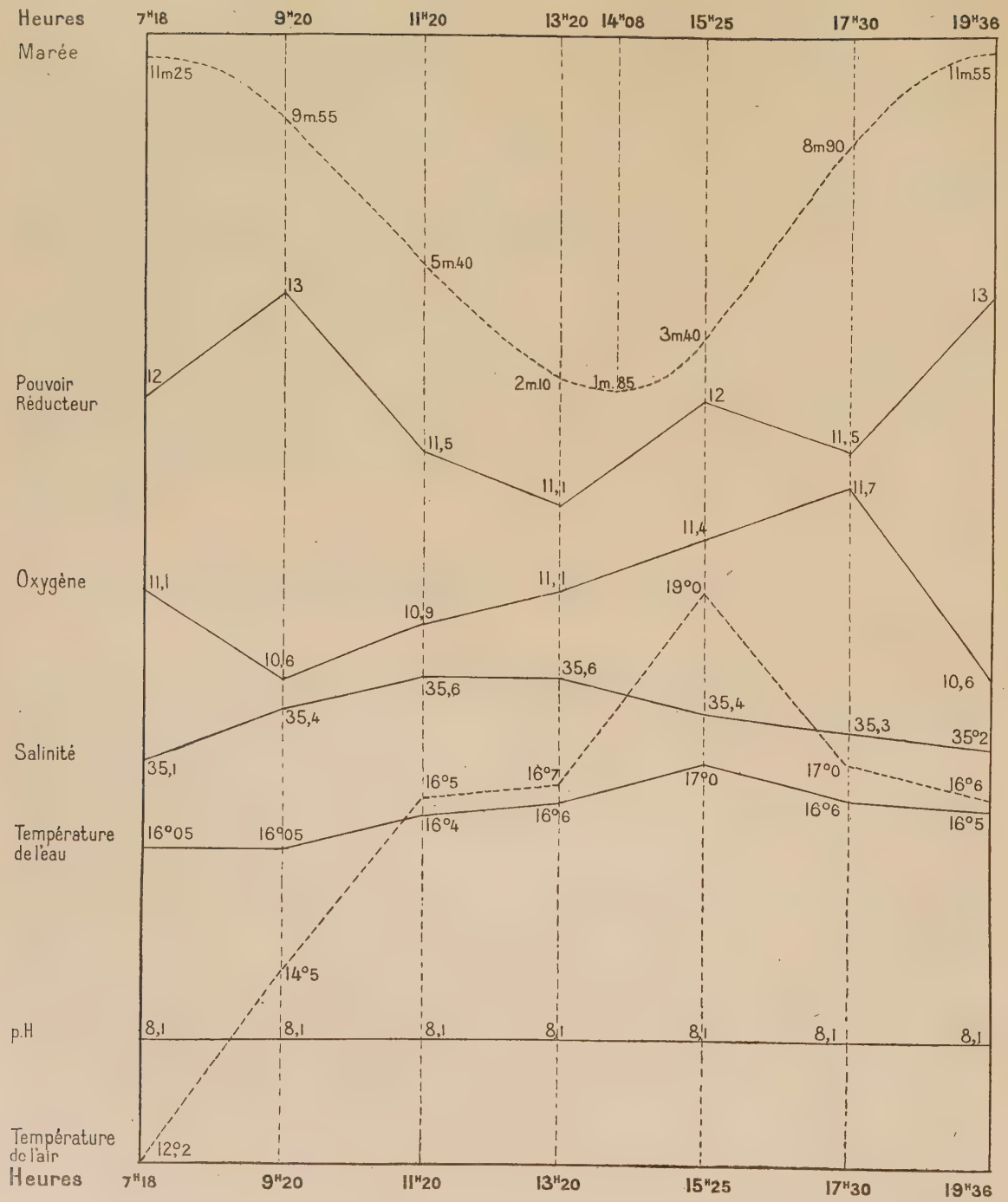


Fig. 1. — Variations de diverses qualités de l'eau littorale, au cours d'une journée d'été (27 Août 1927).

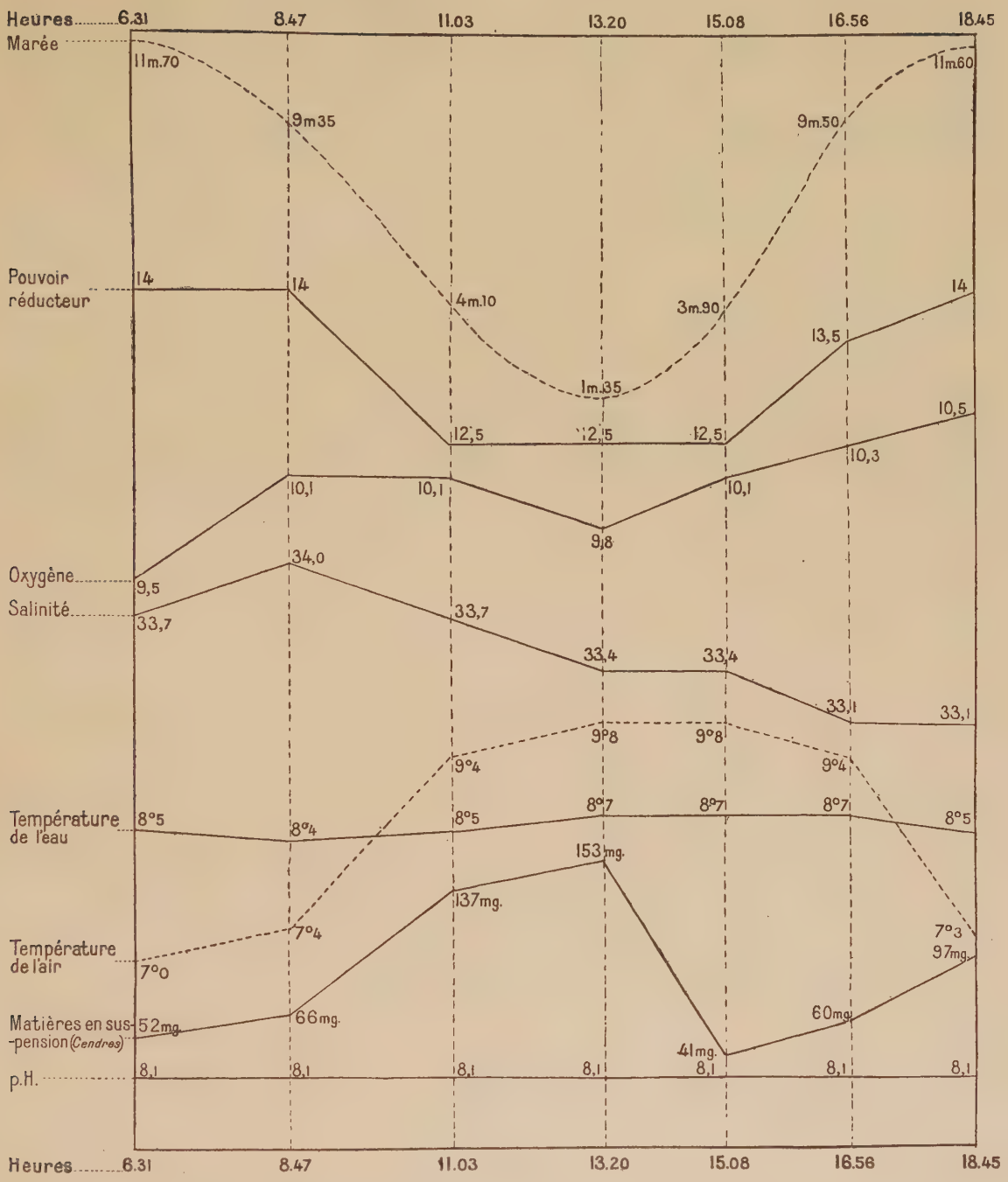


FIG. 2. — Variations de diverses qualités de l'eau littorale, au cours de la journée du 5 Avril 1928.

Ce groupement des résultats conduit aux constatations suivantes :

1° Les variations de la teneur en oxygène dissous et celles du pouvoir réducteur de l'eau de mer sont grossièrement inverses les unes des autres. En été, du moins, ce phénomène est assez constant. Ceci est en accord avec l'idée, couramment exprimée, qu'une eau de mer « pure » est aérée et contient peu de matières organiques, et qu'une eau de mer « polluée », riche en matières organiques, est pauvre en oxygène. Nous verrons plus loin que cette conception, exacte dans certaines limites, est absolument erronée lorsqu'il s'agit de divers milieux (ports, canaux) particulièrement riches en matières organiques.

2° Le pH ne semble présenter ici aucune des variations qu'il subit en d'autres lieux. Je l'ai déjà indiqué en ce qui concerne les variations liées à la marée et les variations diurnes (éclairement). Je dois ajouter que ces dernières entraînent, à Concarneau (LEGENDRE), un synchronisme avec les variations de la teneur en oxygène dissous, et que, à ce point de vue non plus, aucune liaison ne s'observe à Saint-Servan (il est vrai que les variations de l'oxygène sont plus faibles à Saint-Servan qu'à Concarneau, et qu'une très faible variation du pH a pu passer inaperçue).

3° Enfin, les variations de plusieurs des qualités de l'eau de mer sont liées entre elles par le fait qu'elles sont liées au phénomène de la marée : pouvoir réducteur, salinité, oxygène. En somme, l'influence de la marée est plus marquée ici qu'en d'autres points du littoral, et peut s'exercer de façon différente. Donner une explication de ces faits nécessiterait des études beaucoup plus approfondies. L'amplitude exceptionnelle de la marée (13 mètres) jouera certainement un rôle dans cette explication.

DEUXIÈME PARTIE

ÉTUDE OCÉANOGRAPHIQUE ET BIONOMIQUE DES DIVERS TYPES D'HABITAT

Préliminaires

Les faits que contient cette partie de mon travail, avant tout documentaire, sont présentés sous forme de courtes monographies d'un certain nombre de stations de la région. J'ai choisi des stations qui, au premier abord, différaient essentiellement les unes des autres, dans la composition de leur faune et dans leur flore et dans leurs conditions de « milieu ». Et j'ai précisé de mon mieux, d'une part, l'étude des organismes (énumération et répartition des espèces communes), d'autre part, l'étude des diverses qualités du milieu où ils vivent. Pour la commodité de l'exposé, j'ai groupé les stations étudiées en *domaines*. J'étudierai ainsi : le domaine côtier, ou domaine marin normal, dans ses diverses modalités ; la Rance, domaine très complexe où les conditions de vie s'écartent peu ou beaucoup, selon les stations étudiées de celles du domaine marin normal ; enfin, je grouperai ensemble les milieux « artificiels » : canal, bassins à flot, moulins à marées.

Remarque. — L'étude des particularités de l'eau dans chaque station, est faite essentiellement pour comparaison avec l'eau de mer normale. Comme cette dernière subit des variations (étudiées dans la première partie), la comparaison n'est valable que dans le cas où l'étude de l'eau d'une station donnée est accompagnée de l'étude d'un échantillon d'eau de mer normale recueilli en même temps, ou à un moment peu éloigné. Dans la majorité des cas, j'ai pu satisfaire à cette condition ; mais parfois, il y a eu impossibilité, notamment, en ce qui concerne les dosages d'oxygène dissous (et rarement les mesures du pouvoir réducteur) effectuées loin du laboratoire. Dans ces cas, les mesures comparatives sur l'eau de mer normale, étaient faites avant mon départ ou après mon retour. Je donnerai à ce sujet les précisions nécessaires.

1er Domaine. — Le Domaine côtier

CHAPITRE PREMIER

Les Rochers exempts de sédiments et non recouverts d'un manteau d'Algues

On sait qu'il est facile de trouver des parois rocheuses dénudées, en s'adressant aux rochers battus par les vagues, et que la population de ces rochers (organismes fixés animaux et végétaux), dépend de la force des vagues. Nous possédons des renseignements très complets (dus surtout à De Beauchamp) sur le peuplement des rochers, très battus, ou modérément battus, de la région de Roscoff. Il pourrait paraître superflu d'en faire une nouvelle description à Saint-Malo où le littoral est pareillement formé de roches anciennes (granulitiques en général). Mais, outre que le peuplement se modifie le long des côtes, et n'est pas identique ici à ce qu'il est à Roscoff, d'autres raisons rendent une étude de ce genre indispensable dans ce travail. En effet, elle constituera une base pour les comparaisons précises que je veux établir avec d'autres domaines (les rochers de la Rance, notamment), afin d'interpréter l'influence des mouvements de l'eau, de la salinité, etc., etc., sur la répartition des organismes. Et j'y attache une importance particulière, du fait que l'étude des rochers, beaucoup mieux que celle des divers autres milieux, se prête aux interprétations de ce genre, car les conditions d'existence des êtres, y sont beaucoup plus claires et faciles à préciser, que partout ailleurs.

J'étudierai un type de paroi rocheuse très exposée, et un type de paroi rocheuse modérément exposée.

Pour trouver, sur le littoral de notre région, des rochers très battus, il faut sortir des environs immédiats de Saint-Malo. En effet, la rade de Saint-Malo est protégée par une série d'îlots et de récifs. Les plus extérieurs forment un arc de cercle très régulier partant de la pointe du Décollé (voir la carte, pl. I), et conduisant, par les Cheminées, Le Grand Jardin, Cézembre etc., aux Haies de La Conchée. A l'intérieur de cet arc de cercle se trouvent d'autres îlots, dont le principal est Harbour.

Le type des rochers très exposé sera donc pris à l'extérieur des ceintures d'îles et de préférence à l'ouest, direction des vents dominants. J'ai fixé mon choix sur la face ouest de la pointe du Décollé. Comme type de rocher modérément exposé, j'ai pris la face est de la même pointe, immédiatement comparable à la face ouest à tous les points de vue.

Etude de la pointe du Décollé. — A. Qualités du milieu ambiant

Substratum. — Il est constitué par la roche en place, parfaitement nettoyée de tout dépôt. Le rivage est très abrupt, et il n'est pas rare d'y rencontrer des grands pans de roche approchant de la verticale, propices à l'étude de la succession des zones bionomiques.

Qualités de l'eau ambiante. — En ce qui concerne la salinité, la teneur en oxygène dissous, le pouvoir réducteur, les matières en suspension, le pH, la température, les qualités de l'eau sont celles même que j'ai étudiées dans la première partie ; ainsi que je l'ai dit, des comparaisons très suivies m'ont donné les mêmes résultats à Saint-Servan (Cale Saint-Père) et au Décollé. L'eau balayant des rochers propres, et sans cesse renouvelée par son mouvement même, est à l'abri des modifications que nous lui verrons subir localement en diverses autres stations. La seule différence que j'aie enregistrée concerne la salinité à la mauvaise saison : les très légères dessalures qui se font sentir sur tout le littoral, sont un peu plus sensibles à Saint-Servan qu'en un point comme Le Décollé. Il reste à étudier le régime des *mouvements de l'eau.*

a) *Les vagues.* — Chaque fois que je suis allé à la pointe du Décollé j'ai constaté et noté (environ 40 fois) que les vagues étaient beaucoup plus fortes et frappaient beaucoup plus violemment sur le flanc ouest que sur le flanc est. Cela est vrai à tous les moments de la marée. Ce n'est que lorsque la mer est d'huile que les deux flancs sont soumis aux mêmes conditions.

b) *Les courants.* —Etant donné le rôle très important que jouent les courants de marée à l'entrée de la Rance, où ils marquent nettement leur action sur la faune et la flore de rochers tels que Les Beys, il n'est pas inutile de préciser que Le Décollé (en tous cas ses flancs, sinon sa pointe) se trouve en dehors de la zone d'action des courants violents. Il semble bien que la vitesse de l'eau n'y dépasse guère 1 nœud, en tous cas, n'atteigne pas 2 nœuds.

Etude de la pointe du Décollé. — B. Le peuplement

Ici comme dans toutes les monographies qui suivront, nous ne considérerons que les espèces très abondantes, dont nous établirons la présence et dont nous étudierons la répartition. La répartition verticale est décrite à partir des niveaux supérieurs, en descendant vers le zéro. Les diverses zones bionomiques que l'on parcourt ainsi successivement, sont caractérisées principalement par l'apparition de certaines espèces manquant dans les zones plus élevées. Je ne m'occuperai pas de la disparition qui peut affecter diverses espèces aux niveaux bas, à moins de le mentionner expressément. J'étudierai d'abord le flanc est, modérément battu, puis le flanc ouest, très battu. La description ne s'applique qu'aux parois rocheuses très inclinées (45° au moins), parallèles à la ligne du rivage (nord-sud) ; je ne tiens pas compte des organismes rencontrés dans les fentes et les dépressions du rocher, sauf indication spéciale.

Flanc est. — Au-dessous de la flore purement terrestre, puis des lichens terrestres qui empiètent sur la berge *(Ramalina, Physcia)*, nous voyons successivement apparaître, si nous descendons le long d'une paroi abrupte :

a) Verrucaria maura (1), *Lichina confinis.* Les *Lichina* forment une bande assez nette au milieu de la zone des *Verrucaria*, qui s'étend sur une plus grande hauteur.

b) Littorina saxatilis.

(1) Pour les noms d'auteurs des espèces, consulter le répertoire placé à la fin du travail.

c) Chthamalus stellatus. Dès le bas de la zone des *Verrucaria*, on voit apparaître des Chtamales. Ce sont des individus robustes et coniques, très espacés, devenant plus nombreux en descendant.

d) Puis vient une zone assez étroite, et bien particulière, qui a ma connaissance, n'a pas encore été reconnue par les bionomistes: elle est définie par l'association des *Chthamalus stellatus*, seul Cirripède de cette zone, avec des *Lichina pygmaea* (habités par leur faunule habituelle) et des *Patella vulgata* appartenant à la variété *conica*, seules Patelles de cette zone. *Trochocochlea lineata* fait souvent partie de cette association, sans pouvoir servir à la définir en raison de sa mobilité assez grande (il dépasse parfois cette zone, même en dehors des fentes). Ici les Chthamales ne sont plus isolés comme plus hauts, mais très serrés et souvent confluents (on trouve souvent des portions de surface dont ils couvrent 1/2 à 3/4). Ils sont alors cylindriques, et moins robustes (côtes moins accentuées) que ceux de la zone précédente.

e) La limite supérieure de la zone qui vient ensuite est particulièrement bien tranchée. Elle est caractérisée par l'apparition de *Balanus balanoides*, innombrables et confluents, de *Patella vulgata* typiques (var. *ex colore communis, secernenda*, etc.), et de *Patella intermedia*. Les Chthamales y sont plus rares, parfois presqu'introuvables.

f) Plus bas apparaît *Rivularia bullosa* Poiret, et les Mollusques *Gibbula umbilicalis* et *Purpura lapillus* se trouvent en abondance, sans qu'on puisse tracer avec netteté leur limite supérieure. Les *Littorina littorea* sont assez rares.

g) Notons l'absence des *Balanus perforatus*. Nous les rencontrerons sur l'autre flanc, où ils apparaissent entre les zones correspondant à celles que je désigne ici par les lettres *f* et *h*.

h) Apparition de *Patella depressa, Patella vulgata* var. *major*, et des algues calcaires qui donnent à la roche une teinte rose : *Corallina officinalis* et Mélobésies. Les Mélobésies appartiennent principalement à l'espèce *Lithothamnium Lenormandi*, peut-être aussi à *Lithophyllum incrustans*. Des *Lithophyllum hapalidioides* se développent sur les *Patella major*. La limite supérieure de ces diverses algues calcaires est assez difficile à trancher, surtout si l'on tient compte du fait qu'elles sont peu prospères sur les surfaces trop inclinées. Néanmoins leur limite, et celle des Patelles citées, peuvent être considérées comme suffisamment voisines pour définir une zone. C'est principalement dans cette zone que se trouvent, là où ils existent, les *Fucus serratus*. On sait que ces algues s'élèvent d'autant moins que le rocher est plus battu. Ici elles existent en divers points, très rabougries vers le haut de la zone, plus prospères vers le bas. Les *Rhodymenia palmata* les accompagnent. Je rappelle que les *Himanthalia lorea* L. font à peu près défaut dans toute la région (voir E. Fischer, nº 1, 1928).

i) Enfin, apparaissent les Laminaires, principalement *Laminaria flexicaulis* (1), et quelques *Laminaria saccharina*.

Flanc ouest. — La succession sur le flanc ouest est identique à la précédente, en ce qui concerne les zones marquées *a, b, c, d*. A partir de la zone marquée *e* apparaissent des différences fort importantes Les *Chthamalus stellatus*, qui, sur le flanc est, se raréfiaient considérablement dans les zones inférieures à *d*, demeurent ici fort abondants aux niveaux inférieurs, et sont au moins aussi bien représentés que les *Balanus balanoides*. Les *Rivularia bullosa* font à peu près défaut ; par contre, au-dessous des Balanes apparaissent des *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis*, de taille médiocre, emplissant toutes les pentes et dépressions et les débordant assez largement. Les *Patella intermedia*, et les *Patella vulgata* typiques, sont de taille plus petite que sur le flanc est, et se réfugient souvent dans les fentes. Aux niveaux bas figure en grande abondance le

(1) C'est par erreur que j'ai désigné ces Laminaires sous le nom de *Cloustoni*, dans ma note préliminaire du 8 novembre 1927. Cette dernière espèce existe aussi, mais en abondance moindre.

Balanus perforatus, qui remonte plus haut que la zone des algues calcaires. Les Laminaires ne sont abondantes que dans les régions un peu protégées, où elles sont surmontées de *Fucus serratus*, parfois aussi de *Rhodymenia palmata* cantonnés aux points les mieux abrités. Là où les lames cognent avec la plus grande violence, la roche, aux niveaux bas, n'est guère revêtue que d'algues calcaires de Moules et de *Balanus perforatus*. Cette association revêt alors toutes les surfaces, qu'elles soient horizontales ou verticales, qu'elles soient parallèles au rivage ou perpendiculaires. En ces points très battus, les *Patella depressa* et *major*, qui disposeraient pourtant de tout l'espace voulu pour se développer, sont beaucoup plus rares que sur le flanc est.

Remarques résultant des faits précédents. — Cette description du peuplement des rochers dépourvus d'algues diffère assez notablement de celles qui ont été faites dans la région de Roscoff. Une des différences les plus marquées réside dans l'abondance des *Balanus balanoides*, qui concurrencent ici les Chthamales et arrivent à les supplanter sur le flanc est. Je n'y insisterai pas, en ayant déjà parlé dans un autre travail traitant de la répartition générale des Balanes et Chthamales le long des côtes de la Manche (n° 1, 1928). On y trouvera également des remarques concernant *Balanus perforatus* et *Mytilus edulis*. Mais il me reste à dire quelques mots sur les Algues calcaires et les Patelles.

1° *Algues calcaires.* Audouin et Milne-Edwards, qui ont esquissé dans la région de Saint-Malo les premières études de bionomie qui aient été faites sur nos côtes, ont distingué sur les rochers du littoral trois zones superposées. La plus basse de ces trois zones est « principalement caractérisée par la présence des Corallines » (p. 235). Mais Pruvot, qui a étudié notre littoral d'Audierne à Cherbourg, considère (p. 586) que « en raison, surtout de son absence de faune particulière, comme de son peu d'extension, cette zone des Corallines ne mérite pas, dans notre région de la Manche du moins, de former un horizon distinct ; c'est une transition ayant le plus souvent un caractère tout local entre l'horizon supérieur à Fucus et l'horizon moyen » (celui des Himanthalies). De même de Beauchamp (p. 107), dans la région de Roscoff, considère que la *Carallina officinalis* « ne mérite guère l'importance à elle attribuée par les anciens bionomistes qui en faisaient une zone spéciale ». Travaillant dans la même région qu'Audouin et Milne-Edwards, je suis à même de confirmer la valeur de leurs observations. Il existe bel et bien, dans les points battus de cette région, une zone particulière (qui peut évidemment faire plus ou moins défaut à Roscoff) où se trouvent les Corallines (1). Le seul tort d'Audouin et de Milne-Edwards a été de faire choix de ce seul organisme pour désigner cette zone, alors qu'elle en renferme d'autres: d'autres Algues, les Mélobésies, et, quoi qu'en ait dit Pruvot, une faune particulière, représentée par les grandes Patelles *depressa* et *major*, très abondantes. Et cette zone ne se trouve pas seulement aux environs de Saint-Malo. Depuis Plougrescant qui se trouve à 90 kilomètres dans l'ouest (à 70 km. à l'est de Roscoff), jusqu'à La Hague et à la pointe de Barfleur (Gatteville), soit sur 250 kilomètres, si l'on visite les points battus l'œil est immédiatement attiré par cette zone de couleur rose qui surmonte les Himanthalies et les Laminaires là où elles existent, et ailleurs descend jusqu'aux niveaux les plus bas.

2° *Patelles.* Les diverses espèces et variétés de Patelles sont parmi les organismes qui se répartissent de la façon la plus nette en zones superposées. Ce fait semble être passé jusqu'ici inaperçu des bionomistes. Pourtant l'étude, trop peu connue, de Ph. Dautzenberg et P. Durouchoux sur les Mollusques de la baie de Saint-Malo, renferme à ce sujet de bonnes indications, qui ont été confirmées récemment dans le travail de Ph. Dautzenberg et P.-H. Fischer sur

(1) Je ne parle que des Corallines fixées sur le roc à découvert, et non de celles qui habitent les cuvettes. La même remarque s'applique aux Mélobésies.

les Mollusques marins du Finistère. Ils indiquent les faits suivants : le *P. vulgata* L. est la forme qu'on trouve la première à marée descendante, et il est représenté d'abord par sa variété *conica* Brown, qui remonte plus haut que les autres variétés. La var. *major* Dautzenberg et Durouchoux vit dans une zone qui n'est accessible qu'à basse mer. Le *P. intermedia* Jeffreys ne s'étend pas autant, ni vers le haut, ni vers le bas, que le *P. vulgata*. Enfin le *P. depressa* Pennant habite une zone plus profonde que les deux autres espèces.

Ces indications peuvent être précisées davantage. En effet, je viens d'établir que *P. vulgata* typique et *P. intermedia* ont la même limite supérieure, et qu'on peut grouper de même façon *P. depressa* et *P. major*. On peut donc établir dans la zone littorale des divisions bionomiques basées sur les Patelles, et distinguer les zones suivantes :

1° *P. conica.*
2° *P. vulgata, P. intermedia*
3° *P. major, P. depressa.*

Chacune des espèces ou variétés peut descendre plus ou moins dans la zone qui la suit, mais ne remonte pas dans la zone qui la précède (sauf, bien entendu, à la faveur des cuvettes, fentes, dépressions de la roche).

Il pourrait sembler abusif de parler de limites supérieures pour des organismes qui sont mobiles et non fixés. Mais ces limites existent en fait (les Patelles n'effectuent d'ailleurs, normalement, que des déplacements très limités), et elles se montrent bien tranchées dans les conditions où je me suis placé : paroi suffisamment plane, très inclinée, etc.

Et le fait, que j'ai établi dans les pages précédentes, qu'il y a coïncidence entre les limites supérieures de répartition de ces Patelles, et celles d'autres organismes très différents (Lichens, Algues, Cirripèdes), établit l'importance de ces limites naturelles, importance que la suite de ce travail ne fera que confirmer.

CHAPITRE II

Roche couverte d'un manteau d'algues

Il est bien connu que, dans les régions du littoral où les vagues sont faibles (mais suffisantes encore pour empêcher la formation de dépôts meubles), les roches se couvrent d'un manteau d'algues. Il est inutile d'insister sur la répartition verticale de ces algues, qui est à peu près la même ici que dans la région de Roscoff : du haut en bas on voit apparaître *Pelvetia canaliculata*, *Fucus platycarpus*, puis l'ensemble *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus*, puis *Rhodymenia palmata*, enfin les Laminaires *(L. flexicaulis* principalement). Les Himanthalies ne forment pas bordure.

Ces zones superposées ont quelque correspondance avec les zones, formées par d'autres organismes, que nous avons reconnues sur les roches découvertes. Lorsqu'on va d'une paroi rocheuse abritée et couverte d'algues, vers une région plus battue et dénudée, on constate que les zones *c* et *d* (*Chthamalus stellatus*, *Lichina pygmaea*, *Patella conica*, etc.) prolongent grossièrement les zones des *Pelvetia* et des *Fucus platycarpus*, et que la limite supérieure de la zone *e* (*Balanus balanoides*, *Patella vulgata* et *intermedia*) prolonge à peu près exactement celle de la zone des *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum*. Je donnerai des précisions plus complètes dans le chapitre II de la troisième partie, traitant de l'influence de l'émersion.

Les animaux qui garnissent les rochers dénudés, subsistent d'ailleurs plus ou moins sous les manteaux d'algues, et quelques autres espèces y apparaissent. Sous les manteaux de Fucus où j'ai étudié l'eau de mer comme il va être dit, je trouvais *Balanus balanoides*, *Gibbula umbilicalis*, *Patella vulgata*, *Littorina saxatilis*, *Littorina obtusata*, *Purpura lapillus*. *Dynamena pumila* et *Spirorbis sp.* sont fixés sur les algues mêmes. Ces diverses espèces sont assez pauvres en individus.

Etudions maintenant les conditions où vivent ces animaux, et les algues elles-mêmes. J'ai fait cette étude dans la zone des *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum* et dans celle des Laminaires. Ici le milieu ambiant diffère sensiblement de celui que nous avons étudié au chapitre précédent. D'abord l'agitation de l'eau y est moindre. Puis la présence des algues crée de l'ombre et retarde l'évaporation de l'eau à marée basse. Enfin les qualités de l'eau peuvent se trouver modifiées. Dans ces modifications il faut distinguer : 1° celles qui sont le fait des algues même, et notamment de la photosynthèse ; 2° celles qui s'observent en outre lorsque ces algues sont à proximité d'un sol meuble, ou dans un port voisin des habitations. Pour éliminer ces dernières, et ne m'occuper que des premières, j'ai choisi des rochers descendant en eau profonde. C'est le cas, à Saint-Servan, à proximité du marégraphe (déjà suffisamment éloigné des habitations ; l'égout actuellement en voie de construction, n'existait pas lors de ces observations), et au Petit Bey (Laminaires).

Température, salinité. — Identiques, dans tous les cas étudiés, à celles de l'eau qui baigne les rochers nus.

Oxygène dissous. — Le 27 septembre 1927, à 11 heures, l'eau de mer normale baignant une paroi rocheuse dépourvue d'algues, à proximité du marégraphe de Saint-Servan, contient 12 milligr. d'oxygène dissous par litre. Un peu plus loin, sur une paroi rocheuse verticale couverte de Fucacées, la teneur est de 12 mg. 3, donc en augmentation malgré un renouvellement assez actif de l'eau par les vagues ; et, sur une paroi très faiblement inclinée, où l'eau se renouvelle difficilement parmi les algues qui l'emprisonnent, on trouve 14 milligr. Le 20 août 1927, à 16 h. 30, sur une maçonnerie à faible inclinaison, et couverte de *Fucus vesiculosus*, je trouve 14 mg. 3, alors qu'un échantillon d'eau prélevé en un endroit dépourvu de Fucus ne donne que 10 mg. 9.

Cette production d'oxygène est évidemment le résultat de la photosynthèse.

Pouvoir réducteur. — Le 27 septembre 1927, aux trois points que je viens de citer, on trouvait :

Sur rocher nu, pouvoir réducteur	10
Sur rocher vertical couvert d'algues	11
Sur rocher à pente très faible avec algues	13

Il y aurait production de matières réductrices dissoutes, par les algues. Nous reparlerons plus loin de cette importante question (voir p. 49 et p. 191).

Le pH. — Sur tous les points précédemment étudiés, le 20 août et le 27 septembre 1927, le pH conservait au contact des Fucacées la même valeur que dans l'eau de mer normale : pH 8,1. Il en était de même, le 13 août 1927, sur un champ de Laminaires balayé par les vagues ; par contre, dans une région de ce champ où l'eau était à peu près immobilisée, le pH dépassait de 0,2 celui de l'eau de mer libre : 8,3 au lieu de 8,1 (de même Atkins avait trouvé une augmentation de 0,15 sur les Laminaires à Plymouth). Lorsqu'on s'adresse à des localités où aucune houle ne vient renouveler l'eau, qui ne fait que tourbillonner sous l'action des courants (c'est le cas en certains points de la Rance), le pH s'élève sensiblement au contact des Fucus, et peut atteindre facilement des valeurs telles que 8,5, ainsi que nous le verrons.

Fucus trempant dans une cuvette

Etant donné que la présence des *Fucus* modifie les qualités de l'eau, d'autant plus que le renouvellement de cette dernière est moins facile, j'ai cru bon d'étudier un cas extrême, celui d'un creux de roche, rempli d'eau, et encombré de *Fucus* et d'*Ascophyllum* insérés plus haut et pendant dans la cuve (cuvette de rocher abrité). Cette étude nous servira d'intermédiaire vers celle des cuvettes des rochers battus, qui suivra. Elle se rapporte à des cuvettes situées entre le Grand Bey et le Petit Bey.

1° Petit Bey, 13 août 1927, à marée basse (15 heures). Cuvette où plongent des *Fucus serratus* et *Ascophyllum nodosum*. La faune est très pauvre *(Spirorbis sp.* sur les Fucus) :

Salinité après une grosse pluie	35
Pouvoir réducteur	12
pH	8,2

Comparaison avec l'eau libre prise à une cale voisine, à un moment très rapproché :

Salinité	35,6
Pouvoir réducteur	11
pH	8,1

18 août 1927, la même cuvette, *à la fin de la nuit*, à 5 h. 30.

pH (8,1 dans l'eau libre) 7,7

2° 30 août 1927, à marée basse, 17 heures, journée ensoleillée. Une autre cuvette, avec *Fucus serratus, Ascophyllum nodosum, Spirorbis sp., Eupagurus bernhardus, Gibbula cineraria.*

Mesures-repères en eau libre		Mesures dans la cuvette	
Température	17° 2	Température	19°
Oxygène	11 mg. 2	Oxygène	14 mg. 8
Pouvoir réducteur.....	13	Pouvoir réducteur.....	17,5
pH	8,1	pH	8,3

17 septembre. La même cuvette, *à la fin de la nuit*, à 5 heures.

Mesures-repères en eau libre		Mesures dans la cuvette	
Oxygène	11 mg. 7	Oxygène	10 mg. 6
Pouvoir réducteur.....	10,5	Pouvoir réducteur.....	12,5

Résumé

En résumé la présence d'un manteau de *Fucus* sur une roche apporte au milieu marin normal des modifications dont les principales sont les suivantes : le pouvoir réducteur de l'eau augmente ; la teneur en oxygène dissous et le pH subissent des variations, qui consistent en une augmentation pendant le jour, et une diminution pendant la nuit. La faune se trouvant sous les manteaux d'algues est assez pauvre ; mais cette pauvreté, ainsi que nous le verrons, pourrait être attribuée au manque de place et, dans certains cas, à la faiblesse des mouvements de l'eau, beaucoup plus qu'aux légères modifications physico-chimiques de l'eau.

CHAPITRE III

Les cuvettes sur rocher nu

J'ai cherché à connaître quelles sont les modifications que subit, pendant la marée basse, l'eau retenue dans les dépressions des rochers du littoral. Nous avons déjà des renseignements sur les cuvettes situées au-dessus du niveau des pleines mers de morte-eau. L'eau de ces cuvettes peut rester plusieurs jours sans être renouvelée, et subit alors des modifications considérables, étudiées par LEGENDRE à Concarneau. La faune de ces cuvettes élevées est extrêmement pauvre. Dans les cuvettes situées à des niveaux plus bas, et que la mer ne quitte que pendant quelques heures chaque jour, la faune et la flore sont relativement plus riches. Ce sont ces cuvettes que je vais étudier.

J'ai suivi les variations qui se produisent dans les cuvettes au cours d'une même journée ; puis, pour voir dans quelle mesure les résultats obtenus pouvaient être généralisés, j'ai fait, un peu au hasard, un certain nombre de mesures sur des cuvettes très variées, par des temps variés, à divers moments de l'année.

1° Exemples de variations se produisant au cours d'une même journée

Cette étude rend compte des modifications qui se sont produites, le 6 avril 1928, dans deux cuvettes situées sur les rochers de La Cité à Saint-Servan (ces rochers sont exposés à la pleine mer, très éloignés des habitations, et les difficultés de leur accès en écartent les promeneurs qui pourraient constituer une cause d'erreurs appréciables). J'ai choisi deux cuvettes situées à des niveaux très différents, donc abandonnées par la mer pendant des temps différents.

a) Cuvette située à peu près au niveau + 9 mètres (niveau des pleines mers de morte-eau). Dimensions : environ 2 m. × 0 m. 80, et 20 à 40 centimètres de profondeur.

Flore : Mélobésies, Corallines, Cystosires, quelques pieds mal développés de *Fucus serratus*, Ulves, Entéromorphes.

Faune : *Hymeniacidon caruncula* peu développés, *Bunodes verrucosus*, *Spirorbis sp.*, *Balanus balanoides*, *Sphaeroma serratum*, *Palemon squilla*, *Carcinus maenas*, *Eupagurus bernhardus*, *Purpura lapillus* (pontes et adultes), *Littorina littorea*, *Littorina saxatilis*, *Trochocochlea lineata*, *Gibbula umbilicalis*, *Patella vulgata* var. *conica*, *Patella depressa*.

Le 6 avril 1928, la marée oscillant de 11 m. 75 à 1 m. 30 (faible marée de vive-eau), la cuvette en question fut abandonnée, dans la nuit, de 9 heures du soir (le 5) à 5 heures du matin, et, dans la journée, de 9 h. 15 à 17 h. 20. Les modifications ne sont évidemment pas comparables pendant la nuit et pendant le jour, et il faut préciser les deux cas. La plupart des dosages reposant sur des méthodes colorimétriques, sont difficilement praticables la nuit. Je me suis contenté d'effectuer des mesures au lever du jour (de 4 h. 30 à 5 heures), au moment où la cuvette allait être atteinte par la marée montante : j'ai ainsi obtenu le résultat final des modifications produites au cours de la nuit. Pendant la journée, j'ai par contre effectué des mesures pendant toute la durée de la marée basse. Je noterai que le ciel était couvert de 13 heures à 15 heures, nuageux avec éclaircies le reste du temps.

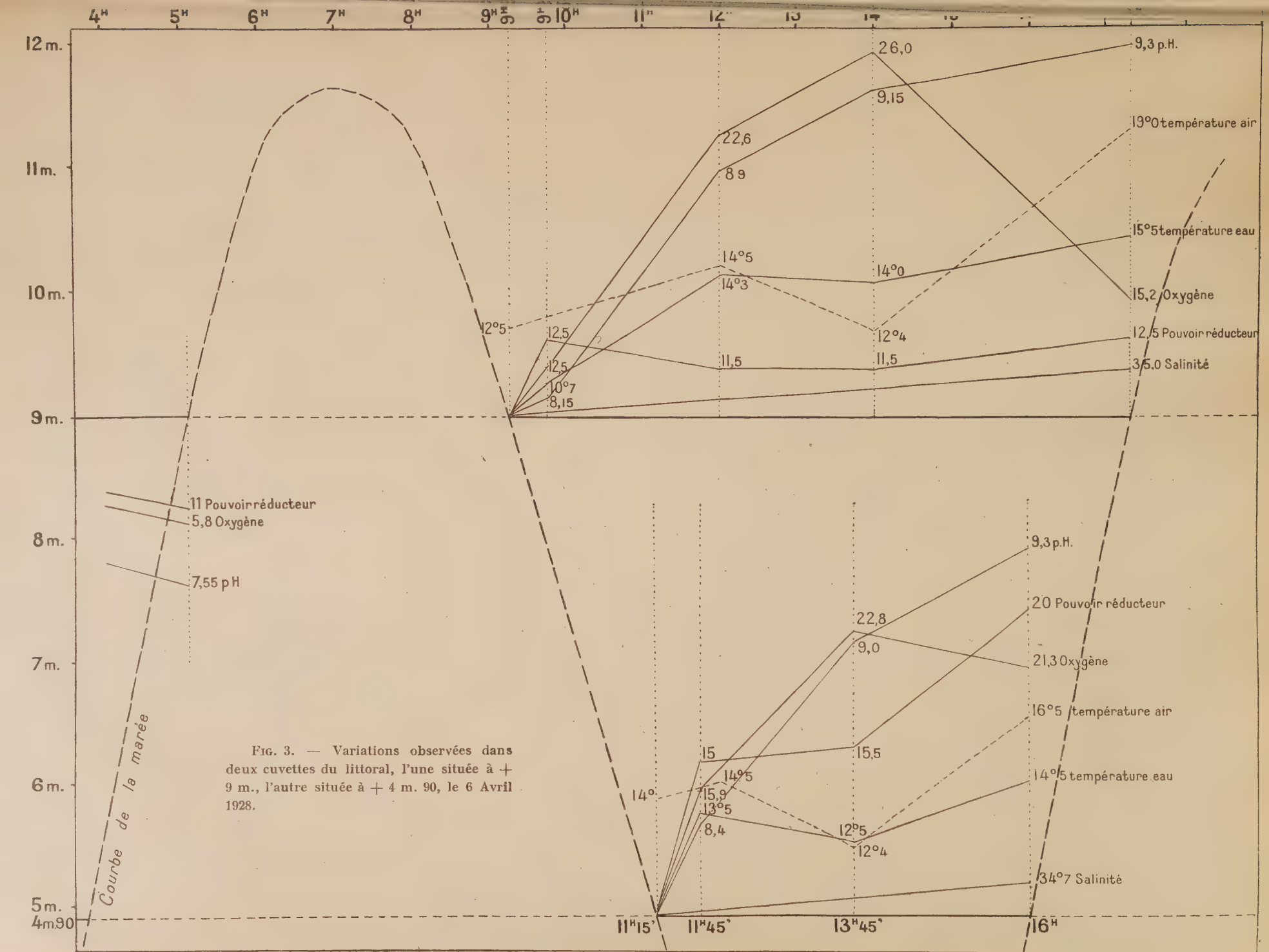


FIG. 3. — Variations observées dans deux cuvettes du littoral, l'une située à + 9 m., l'autre située à + 4 m. 90, le 6 Avril 1928.

Mesures de nuit

Avant que la mer ne quitte la cuvette, le 5 avril à 18 h. 45, l'eau de mer donnait :

Pouvoir réducteur	14
Oxygène dissous	10 mg. 5
pH	8,1

A 21 heures, ces qualités n'avaient vraisemblablement pas beaucoup changé. Le pouvoir réducteur, cependant, pouvait avoir diminué légèrement. Le 6 avril, entre 4 h. 30 et 5 heures, on avait :

Pouvoir réducteur	11
Oxygène dissous	5 mg. 8
pH	7,5 à 7,6

Mesures de jour

A 9 h. 15, on trouve dans la mer qui va quitter la cuvette :

Pouvoir réducteur	10
Oxygène dissous	10 mg. 3
pH	8,1
Salinité	33,7
Température	12° 5

A 9 h. 45, on trouve déjà d'importantes modifications dans la cuvette.

Pouvoir réducteur	12,5
Oxygène	12 mg. 5
pH	8,15
Température	10° 7

A midi on obtient :

Pouvoir réducteur	11,5
Oxygène	22 mg. 6
pH	8,9
Température	14° 3

A 14 heures :

Pouvoir réducteur	11,5
Oxygène	26 mg. 0
pH	9,15
Température	14°

Enfin, à 17 heures, peu avant le retour de la mer :

Pouvoir réducteur	12,5
Oxygène	15 mg. 2
pH	9,3
Salinité	35
Température	15° 5

Tous ces résultats sont traduits en graphiques dans la figure 3.

b) Cuvette située à + 4 m. 90 environ. Dimensions : environ 80 cm. × 60 cm., et 25 centimètres de profondeur. Flore : Mélobésies, Corallines, *Chondrus crispus*, Cystosires. Faune : *Hymeniacidon caruncula*, *Aiptasia Couchi*, *Balanus balanoides*, *Eupagurus bernhardus*, *Purpura lapillus* (avec pontes), *Littorina littorea*, *Gibbula umbilicalis*, *Patella vulgata* typique, *Patella depressa*.

Je n'ai pas effectué sur cette cuvette de mesures de nuit, mais seulement de jour. Le 6 avril 1928 la mer la quitta de 11 h. 15 à 16 heures. A 11 h. 15, l'eau de mer était à la température de 10°2 et au pH 8,1. Je n'ai pas eu le temps d'étudier ses autres qualités, qui n'avaient pas dû se modifier sensiblement depuis les mesures faites à 9 heures et relatées ci-dessus. Dans la cuvette, on trouve ensuite :

A 11 h. 45 :

Pouvoir réducteur	15
Oxygène dissous	15 mg. 9
pH	8,4
Température	13° 5

A 13 h. 45 :

Pouvoir réducteur	15,5
Oxygène dissous	22 mg. 8
pH	9
Température	12° 5

A 16 heures :

Pouvoir réducteur	20
Oxygène dissous	21 mg. 3
pH	9,3
Salinité	34,7
Température	14° 5

Ces résultats sont traduits en graphique dans la figure 3

2° Mesures faites a des moments variés et en des lieux variés, sur un certain nombre de cuvettes

A. — Rochers de la Cité, le 26 septembre 1927

Temps couvert, plusieurs averses. Marée basse à 14 h. 15 : 1. 65. Marée haute : 11 m. 75. Qualités de l'eau de mer libre :

Pouvoir réducteur	11 à 12
Oxygène	11 mg. 8
pH	8,1
Salinité	35,3
Température	16°

a) Cuvette de la zone *d*, très peu profonde, choisie pour l'étude de la dessalure après trois grosses averses, à 14 heures.

Qualités de l'eau		Flore et faune
Pouvoir réducteur	17	Mélobésies, *Hymeniacidon caruncula, Actinia equina, Bunodes verrucosus, Spirorbis sp., Littorina littorea, Trochocochlea lineata, Patella vulgata communis, Patella depressa.*
Oxygène (1)	23 mg. 5	
pH	9,1	
Salinité	35	
Température	16° 5	

Les cuvettes suivantes offraient beaucoup plus de volume par rapport à leur surface ; je n'y ai donc pas mesuré la salinité, qui ne pouvait être que normale. Pour toutes, je me suis assuré que le pH avait la même valeur en surface et en profondeur.

b) Cuvette située dans la zone *e*, à 13 h. 40.

Qualités de l'eau		Flore et faune
Pouvoir réducteur	22	Mélobésies, *Actinia equina, Gibbula cineraria, Gibbula umbilicalis, Patella depressa*
Oxygène	18 mg. 7	
pH	8,9	

c) Cuvette de la zone *e*, à 13 h. 15.

Qualités de l'eau		Flore et faune
Pouvoir réducteur	14	Mélobésies, Corallines, Ulves, Laminaires, *Chondrus crispus, Hymeniacidon caruncula, Balanus balanoides, Purpura lapillus, Littorina saxatilis.*
Oxygène	15 mg. 4	
pH	8,6	
Température	15°	

d) Cuvette de la zone *f*, à 15 h. 45.

Qualités de l'eau		Flore et faune
Pouvoir réducteur	15	Mélobésies, Corallines, Cystosires, *Fucus serratus, Codium tomentosum*, Ulves, *Hymeniacidon caruncula, Asterina gibbosa, Balanus balanoides, Eupagurus bernhardus, Palemon serratus, Purpura lapillus, Littorina littorea, Patella vulgata conica, Patella intermedia Taslei, Patella depressa, Gobius minutus microps.*
Oxygène (1)	22 mg. 5	
pH	9,3	
Température	17°	

(1) La teneur en oxygène dissous devait être encore plus forte, car pour une telle sursaturation je n'ai pu éviter de provoquer un dégagement de bulles au cours du prélèvement.

e) Cuvette de la zone *f*, à 16 heures.

Qualités de l'eau	Flore et faune
Pouvoir réducteur .... 16 Oxygène (1)..... 27 mg. 2 pH 9,3	Mélobésies, Corallines, Cystosires, *Gibbula umbilicalis, Patella depressa, Gobius minutus microps.*

B. — Rochers de la pointe de Cancaval (Rance), le 29 août 1927

Beau temps. Marée haute 8 h. 26 : 11 m. 50. Marée basse 15 h. 15 : 1 m. 70.

Eau libre à marée haute :	Pouvoir réducteur	8,5
— —	Salinité.....	35,6
— —	pH	8,1
— —	Température	16°8
Eau libre à marée basse :	Pouvoir réducteur	13,5
— —	Salinité.....	35,4
— —	pH	8,05
— —	Température	17°3

Toutes les cuvettes ont été étudiées de 16 heures à 18 heures.

a) Zone *d* à 18 heures, cuvette plate paraissant dépourvue d'algues calcaires, et contenant *Balanus balanoides, Littorina saxatilis, Littorina littorea, Trochocochlea lineata, Gibbula umbilicalis, Patella vulgata communis* : salinité 36,3 ; pH 8,15.

b) Zone *f*, grande cuvette située à + 6 m. 50 environ, étudiée 3 heures après le départ de la mer.

Qualités de l'eau	Flore et faune
Pouvoir réducteur ..... 18 Salinité..... 35,3 pH ..... 8,9 Température ..... 21°	Mélobésies, Corallines, Cystosires, *Codium bursa, Codium tomentosum, Aiptasia Couchi, Balanus balanoides, Eupagurus bernhardus, Purpura lapillus, Littorina littorea, Gibbula umbilicalis, Patella intermedia* var. *Taslei* et *splendida, Patella vulgata, Mytilus edulis galloprovincialis.*

c) Zone *f*, cuvette très plate, tapissée de Mélobésies, et à peu près remplie par des *Aiptasia Couchi* :

Pouvoir réducteur	20,5
Salinité	36,9
pH	9
Température	21°5

d) Zone *f*, cuvette analogue, mais remplie par des *Anemonia sulcata* : pH 8,9.

(1) La teneur en oxygène dissous devait être encore plus forte, car pour une telle sursaturation je n'ai pu éviter de provoquer un dégagement de bulles au cours du prélèvement.

C. — Mesures de nuit sur les rochers de la Cité

Enfin, pour généraliser les résultats obtenus à la fin de la nuit, et donnés page 44, j'ai effectué d'autres mesures dans les mêmes conditions, le 6 avril 1928 entre 4 h. 30 et 5 heures du matin, sur d'autres cuvettes :

1re CUVETTE		2e CUVETTE		3e CUVETTE	
Pouvoir-réducteur	11,5	Pouvoir réducteur	14		
Oxygène.....	7,1	Oxygène.....	6,4	pH	7,7
pH	7,5	pH	7,4 à 7,5		

Je rappelle que les qualités que possédait l'eau de mer avant que ces cuvettes aient été abandonnées par la marée, ont été décrites page 44.

3° Résumé des résultats

Les exemples cités suffisent à montrer que les organismes, relativement nombreux, qui habitent les cuvettes des rochers, y sont soumis à des variations extrêmement considérables des qualités de l'eau ambiante. Dans l'ensemble, ces variations sont beaucoup plus accentuées, et beaucoup plus brusques que celles que nous observerons dans les divers autres domaines (herbiers, bassins à flot, estuaire, canal, etc.). Il est très remarquable que, même dans les cuvettes situées à des niveaux assez bas pour n'être découvertes que quelques heures par jour, les variations atteignent rapidement des amplitudes énormes. Et cela se produit même par temps couvert et pluvieux, et non seulement par beau temps. Ces variations sont les suivantes :

Le pouvoir réducteur varie assez irrégulièrement, mais dans la très grande majorité des cas, il subit de fortes augmentations, passant, par exemple, de 10 à 15 et à 20. Ces augmentations ne se produisent que pendant le jour, et non la nuit.

La teneur en oxygène dissous augmente encore beaucoup plus, et atteint des sursaturations considérables, 20 mg. à 27 mg. au lieu de 10 à 12. Vers la fin de la marée basse, j'ai observé des chutes assez brusques (voir fig. 3) ; elles sont peut-être dues à un dégagement d'oxygène sursaturé. Je n'ai pas observé ce dégagement. S'il existe, je ne suis pas en mesure de dire s'il est provoqué par mon intervention, ou s'il se produit librement. Pendant la nuit, on observe au contraire une diminution ; bien que déjà forte, elle n'est pas comparable à l'augmentation se produisant pendant le jour.

Le pH, de même, subit une augmentation considérable pendant le jour, et atteint rapidement des valeurs extrêmes, pH 9 à pH 9,3 au lieu de pH 8,1. Pendant la nuit il s'abaisse fortement au-dessous de la normale : pH 7,5 à pH 7,7 au lieu de pH 8,1.

La salinité, dans ces cuvettes que la mer recouvre tous les jours, ne subit que de très faibles variations, dans un sens ou dans l'autre selon les circonstances atmosphériques.

Les variations de la température sont sensiblement plus accentuées, sans être encore considérables. J'ai porté sur la figure 3 les variations de la température de l'air, pour montrer dans quelle mesure celles de l'eau des cuvettes en dépendent.

Rôle de la photosynthèse et de la respiration, dans ces phénomènes.

L'augmentation de la teneur en oxygène dissous, et celle du pH, qui se produisent pendant le jour, sont certainement le résultat de la fonction assimilatrice des algues. Je l'attribue surtout aux algues calcaires, en raison de leur présence très constante dans toutes les cuvettes étudiées. Les courbes de l'oxygène et du pH sont d'ailleurs étroitement comparables (fig. 3), sauf à la fin, lors de la chute brusque de la teneur en oxygène. Pendant la nuit, l'inversion de ces phénomènes résulte, à peu près évidemment, de la suppression de la photosynthèse, qui permet à la respiration des algues et des animaux de manifester son action (notablement moindre, ainsi qu'il est naturel, que celle de l'assimilation).

L'augmentation du pouvoir réducteur ne se produisant que pendant le jour, on peut se demander si elle n'est pas due, elle aussi, à la photosynthèse. Même dans les cuvettes où les animaux sont trop peu nombreux pour que leurs excreta puissent modifier sérieusement la composition de l'eau, on voit le pouvoir réducteur augmenter fortement. Il est possible que par la photosynthèse, dont l'intensité est énorme, disproportionnée, semble-t-il, aux besoins nutritifs des algues, un excès de substances organiques fabriquées par les algues soit livré à l'eau ambiante sous forme dissoute. Je reviendrai sur cette importante question dans la troisième partie, à l'étude de l'influence des matières réductrices dissoutes. L'accroissement du pouvoir réducteur n'est pas aussi régulier que celui du pH ou de l'oxygène : il est très peu marqué dans le cas de la première cuvette étudiée, page 44 (ce qui est d'ailleurs plutôt exceptionnel). Ceci nous montre qu'il faudrait encore bien des recherches avant que l'on sache exactement ce qui se passe dans ces cuvettes, et qu'il faudrait notamment pouvoir préciser la composition des substances réductrices dont je ne fais qu'établir la présence.

CHAPITRE IV

Herbiers, sables vaseux

Après l'étude des divers habitats du substratum rocheux, passons à celle de quelques milieux situés sur substratum meuble. Je m'occuperai surtout des herbiers, car ceux-ci constituent, le fait est bien connu, un domaine très richement peuplé en général, et DE BEAUCHAMP a proposé de bonnes interprétations pour expliquer cette richesse particulière. J'essaierai d'analyser les conditions où se trouvent les organismes qui les peuplent, du moins les organismes non fouisseurs, les autres vivant dans des conditions trop complexes, dont je n'ai pas abordé l'étude. Puis j'examinerai brièvement les dépôts sablo-vaseux non recouverts d'herbiers, et donnerai quelques indications sur les modifications que leur contact fait subir à l'eau de mer, particulièrement à celle qui se trouve retenue à marée basse dans des dépressions du terrain, et y baigne divers organismes.

LES HERBIERS

Je n'envisagerai ici que les herbiers à *Zostera marina*. Ce que j'ai à dire des *Zostera nana* trouvera place dans le répertoire des renseignements concernant chaque espèce (p. 207).

Il existe, on le sait, deux types d'herbiers, l'herbier sur sable et l'herbier sur vase. DE BEAUCHAMP et LAMI (p. 220) montrent que l'herbier sur vase forme une surface *convexe*, les Zostères revêtant des banquettes de vase molle, et que l'herbier sur sable a une surface *concave*, formant cuvette qui retient en général quelques centimètres d'eau. Très fréquemment d'ailleurs les deux types sont intriqués. Les herbiers du dernier type renferment une population beaucoup plus riches que ceux du premier.

Parmi les herbiers qu'il m'a été donné d'étudier, le type franchement concave ne se présente pas. En général ils sont plutôt convexes ou sensiblement plans, retenant peu d'eau à marée basse. On ne sera donc pas surpris de constater que la faune et la flore y sont relativement peu riches, et ne deviennent exubérantes que sur les pierres, lorsqu'il s'en trouve dans l'herbier ou dans son voisinage, ce qui est le cas à La Briantais par exemple.

Sans faire cuvette, ces herbiers, à marée basse, sont cependant baignés longuement par une mince couche d'eau, en raison de leur très faible inclinaison ; et cette eau, presque stagnante, a le temps de subir d'importantes modifications de ses qualités. Les résultats que m'a donnés l'étude de ces modifications, et qui sont exposés ci-dessous, ne diffèrent sans doute pas beaucoup de ceux que donnerait l'étude d'herbiers concaves.

J'ai surtout étudié les herbiers se trouvant à proximité du laboratoire, notamment ceux de Saint-Malo (Petit Bey, Bon Secours) et ceux qui se trouvent à l'entrée de la Rance (Saint-Servan, La Briantais). Ces derniers auraient pu aussi bien être traités dans la partie suivante, concernant l'étude de la Rance. Je les place ici, quitte à indiquer plus loin (chapitres II et III) les quelques particularités qui les distinguent des herbiers du littoral, particularités négligeables dans le cas présent.

Condition de vie dans les herbiers

Les renseignements suivants concernent surtout les modifications se produisant à marée basse pendant le jour ; j'y ajouterai quelques données sur les modifications de nuit.

1° *Marée basse de jour*

Herbiers du Petit Bey, le 13 août 1927, journée froide et pluvieuse. Marée basse à 14 heures, niveau 1 m. 55.

Eau normale prise a la cale du Petit Bey a 14 h. 25	1er herbier a 14 h. 25	2e herbier a 14 h. 30	Au-dessus d'un herbier recouvert de 50 cm. d'eau à 14 h. 35. Houle
Salinité 35,6	35,6		35,6
Pouvoir réducteur..... 11	17	13	13,5
pH 8,1	8,3	8,35	8,3

Herbiers du Petit Bey et de Bon Secours (Saint-Malo), le 30 août 1927, journée ensoleillée. Marée basse à 15 h. 42, niveau 1 m. 80.

Eau libre rochers de La Cité 15 h. 15	Eau prise en mer 17 h. 30	Herbier du Petit Bey 15 h. 40	Herbier du Bon Secours 16 h. 15
Pouvoir réducteur	13	15,5	
Oxygène dissous.. 11 mg. 1	11 mg. 2	17 mg. 9	
pH..... 8,1	8,1	8,7	8,5
Température ..... 17°5	17°2	21°5	21°

Herbiers situés sous le laboratoire et à La Briantais, le 15 août 1927, journée pluvieuse. Marée basse à 15 h. 25, niveau 0 m. 95.

Eau prise sur le sable hors des herbiers 15 heures	Eau normale cale St-Père 11 h. 30	Herbier sous le laboratoire 15 heures	Herbier de La Briantais 15 h. 25	
			1er point	2e point
Pouvoir réducteur 11	10	13	14	14
pH 8,1	8,1	8,5	8,2	8,4

Mêmes herbiers, le 12 septembre 1927, luminosité moyenne. Marée basse à 14 h. 24, niveau 0 m. 65.

Eau normale cale Saint-Père 16 h. 45	Herbiers devant le laboratoire 15 heures			Herbier de La Briantais 15 h. 45
	1er point	2e point	3e point	
Oxygène dissous 11mg.7	14 mg. 1	12 mg. 2	13 mg. 3	14 mg. 8
Eau limpide	Eau trouble. Cendres par litre.		211 mg.	idem 186 mg.

2° *Marée basse de nuit*

18 août 1927. Mesures du pH dans les herbiers de Saint-Malo. Mer basse à 4 h. 58. Hauteur 1 m. 30. Lever du soleil à 5 h. 47. Le pH de l'eau de mer prise hors des herbiers ayant pour valeur 8,1 :

Herbier de Bon Secours, 5 h. 20 ..... pH 7,7
Herbier du Petit Bey, 5 h. 30 ..... — 7,7
Herbier de Bon Secours, 5 h. 50 ..... — 7,7

27 septembre 1927. Mêmes herbiers. Marée basse à 5 h. 15. Niveau 2 m. 15. Par cette marée les herbiers sont restés à peu près entièrement submergés. Lever du soleil 6 h. 44.

Eau normale cale Saint-Père 7 h. 15		Bon Secours 1er herbier 5 h. 15	Bon Secours 2e herbier 5 h. 25
Pouvoir réducteur.....	10,5	13	11,5
Oxygène	11 mg. 7	11 mg. 4	11 mg. 2

3° *Résumé des résultats principaux*

L'eau qui baigne les herbiers à marée basse subit des modifications très sensibles, quoique beaucoup moins accentuées que celles que nous avons observées dans les cuvettes des rochers. Ces modifications sont les suivantes.

La teneur en oxygène dissous augmente, le jour seulement. Cette augmentation est certainement le résultat de l'assimilation chlorophyllienne des *Zostères*. Pendant la nuit il semble y avoir une légère diminution, résultant de la respiration.

Le pH, parallèlement à la teneur en oxygène, s'élève notablement pendant le jour, et, la nuit, subit une diminution, également forte.

Le pouvoir réducteur augmente le jour, comme dans les cuvettes des rochers, mais plus faiblement ; la nuit aussi il est en augmentation, contrairement à ce que nous avions vu pour les cuvettes des rochers. Il est vraisemblable qu'ici l'accroissement du pouvoir réducteur ne résulte pas, ou peu, d'une synthèse de substances organiques livrées en excès par les végétaux, mais qu'il s'explique surtout par une diffusion des substances organiques entrant dans la composition de la vase sur laquelle sont implantées les *Zostères*.

Il faut noter que ces diverses modifications observées pendant la marée basse, existent aussi (à un moindre degré évidemment) en dehors de la brève période où l'herbier est découvert. Les mesures effectuées, le 13 août 1927, sur un herbier que la marée montante avait recouvert de 50 centimètres d'eau (p. 51), montrent que cette eau, en dépit de fortes vagues qui venaient la renouveler, présentait le même pH et le même pouvoir réducteur que dans un herbier découvert. Pour la teneur en oxygène dissous on peut faire une remarque analogue : le 15 septembre 1927, à Saint-Suliac, une prise d'eau effectuée à 1 m. 50 ou 2 mètres au-dessus d'un vaste herbier donnait 13 mg. 3 (à 16 h. 20), alors que, de part et d'autre de cet herbier, on avait 12 mg. 4 (entre Saint-Suliac et Le Châtelais, 15 h. 30) et 12 mg. 2 (Cancaval 17 h. 20). Ces remarques montrent que la faune exubérante dont on constate généralement la présence sur les pierres et parois rocheuses qui avoisinent un herbier, peut subir dans une certaine mesure les modifications qui affectent l'eau de l'herbier. Nous y reviendrons plus loin.

4° *Flore et faune des herbiers*

Je crois inutile de reproduire ici mes listes des espèces trouvées dans les herbiers de la région. Je renvoie aux descriptions d'herbiers faites par d'autres auteurs en d'autres régions. Les quelques faits que j'ai cru devoir retenir de cette étude, ont été répartis dans la quatrième partie (répertoire par espèces).

Les dépots de vase

Les modifications physico-chimiques que les fonds meubles imposent à l'eau de mer, ont déjà fait l'objet de travaux de recherche. Allee, en 1923, trouve de fortes diminutions du pH de l'eau des fonds vaseux, à Woods Hole : on observe jusqu'à pH 7,1 pour la vase à *Mya*. A Concarneau, la même année, Legendre détermine le pH de l'eau imbibant les divers dépôts meubles : dans la vase le pH subit le plus souvent une diminution, jusqu'à 7,75 dans le cas extrême. Dans le sable vaseux l'abaissement est bien moins marqué.

J'ai fait, sans y insister, quelques mesures qui confirment ces résultats, et apportent en outre des indications sur d'autres qualités de l'eau de mer, notamment le pouvoir réducteur.

1° *Eau recouvrant la surface de grands dépôts de vase.*

Le 15 août 1927, à La Briantais, 15 h. 45.

Premier point ..... pH	7,9
— pouvoir réducteur	13
Deuxième point ..... pH	7,9

Eau normale étudiée pour comparaison, cale Saint-Père, à 11 h. 30 :

pH	8,1
Pouvoir réducteur	10

Le 7 septembre 1927, La Richardais, eau recouvrant la vase aux niveaux hauts (9 m.), à 16 h. 20. Organismes visibles : *Carcinus maenas*.

Température	21°5
pH	8,1
Pouvoir réducteur	18

Eau normale étudiée pour comparaison, cale Saint-Père, à 15 h. 30 :

Température	17°5
pH	8,1
Pouvoir réducteur	13

2° *Eau exsudant de la vase*

Mesures effectuées le 27 septembre 1927. Les qualités de l'eau de mer normale, à la cale Saint-Père, étaient à 11 heures :

Pouvoir réducteur	10
Oxygène dissous	12 mg.
pH	8,1

Eau emplissant le trou que laisse apparaître la rétraction d'un *Cereus pedunculatus*.

Pouvoir réducteur	16
Oxygène dissous	9 mg. 3
pH	7,7

Eau envahissant la cavité laissée par l'enlèvement d'une pierre. Cette pierre recouvrait de la vase noire, et portait à sa face inférieure *Potamoceros triqueter* ; *Carcinus maenas*, des Amphipodes, *Nebalia*, étaient réfugiés sous cette pierre.

Pouvoir réducteur	18
Oxygène dissous	7 mg. 6
pH	7,7

3° *Eau léchant des recoins vaseux où s'accumulent des débris*

Il s'agit de mesures faites à proximité des habitations (anse de Saint-Servan près de la tour Solidor). Dans les deux cas étudiés, l'eau de mer normale avait un pouvoir réducteur de 16.

Recoin situé à l'abri de la cale, détritus visibles (carapaces de Crustacés). Mesure effectuée dans l'eau au moment où elle quitte ce recoin et baigne *Balanus balanoides*, *Gibbula umbilicalis*, *Fucus serratus et vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* : pouvoir réducteur 23.

Flaque avec fond de vase noire et fétide, contenant *Carcinus mænas*, *Gibbula umbilicalis*, *Littorina littorea* (et des Arénicoles enfouies dans la vase) : pouvoir réducteur 165,0.

4° *Eau abandonnée par la marée dans des cuvettes sur sable vaseux*

Il faut tenir compte du fait que, dans la région du laboratoire, les cuvettes situées sur fond sablo-vaseux assez ferme (formant des ripple-marks) se trouvent toutes au voisinage de quelque herbier. Toutes les mesures que je donne ci-dessous ont été faites dans ces conditions un peu spéciales, et non sur des cuvettes normales, soustraites à l'influence des végétaux et de leur fonction d'assimilation. Les mesures ont été faites le 27 septembre 1927, journée à ciel couvert. Qualité de l'eau de mer normale, cale Saint-Père, 11 heures (déjà données plus haut) :

Pouvoir réducteur	10
Oxygène dissous	12 mg.
pH	8,1

Eau retenue dans une ride du terrain : pH 8,2.

Cuvette contenant les organismes suivants : les uns sur le fond meuble, les autres fixés à un caillou immergé dans la cuvette : *Cereus pedunculatus*, *Lepralia pallasiana*, *Lanice conchilega*,

Sabella pavonina, Potamoceros triqueter, Balanus balanoides, Balanus crenatus, Stenorynchus phalangium, Eupagurus bernhardus, Porcellana longicornis, Nassa incrassata, Nassa reticulata, Gibbula umbilicalis, Gibbula cineraria, Botryllus violaceus.

Pouvoir réducteur	15
Oxygène dissous	13 mg. 7
pH	8,5

Grande mare de 5 mètres de diamètre, contenant : *Calliactis effoeta, Lanice conchilega, Balanus crenatus, Eupagurus bernhardus, Nassa incrassata, Nassa reticulata, Gobius minutus* var. *microps.*

Pouvoir réducteur	12
Oxygène dissous	14 mg.
pH	8,3

Résumé des résultats

Le résultat principal, qui se manifeste constamment dans tous les points étudiés, réside dans la forte augmentation du pouvoir réducteur de l'eau de mer, lorsque cette eau se trouve au contact de dépôts vaseux ou sablo-vaseux. Ceci traduit évidemment le fait que la vase, renfermant toujours une sensible porportion de substances organiques, en laisse diffuser une partie sous forme dissoute. L'étude des herbiers nous avait d'ailleurs donné déjà des indications en ce sens. Lorsqu'il s'agit d'une vase noire et fétide, le pouvoir réducteur, bien entendu, atteint un chiffre exceptionnellement élevé.

Le pH est très variable, en forte diminution dans la vase, en augmentation dans les cuvettes sur fond sablo-vaseux (ces dernières se trouvaient, je le rappelle, à proximité d'herbiers). Ces variations sont loin d'atteindre l'amplitude de celles que j'ai étudiées dans les cuvettes des rochers.

La teneur en oxygène dissous varie parallèlement au pH, mais de façon assez modérée.

2e Domaine. — La Rance Maritime

CHAPITRE PREMIER

Préliminaires (description et renseignements généraux)

La Rance constitue un domaine très étendu (100 km. de côtes), et extrêmement varié, infiniment plus que ne pourrait le faire supposer le terme d' « estuaire » qui lui est souvent appliqué à tort. On trouve, tout le long de la Rance, du rocher, du sable ou de la vase. Nous établirons que l'eau de mer est, suivant les points étudiés, de salure absolument normale, ou bien dessalée ; très réductrice ou peu réductrice ; animée de courants violents, ou tranquille ; etc., etc. En somme les différentes qualités du milieu ambiant (substratum, composition de l'eau, etc.) s'y combinent de bien des manières, fournissant ainsi une série d' « expériences naturelles » que l'étude d'une côte ordinaire ne nous procurerait pas. L'étude de la répartition de ces particularités, menée de front avec celle de la répartition des organismes, ne peut qu'être instructive.

Je rappellerai brièvement les principaux traits géographiques. Consulter la carte placée au début du travail.

Sous le nom de Rance on désigne :

1° Une rivière prenant sa source assez loin dans les terres, du côté de Collinée, et se dirigeant d'Ouest en Est, vers Evran, avant de prendre la direction de Dinan. Il ne sera pas question, dans notre travail, de cette « Rance-rivière ».

2° Une partie canalisée, dirigée du Sud au Nord. L'avant-dernier barrage de ce canal, celui de Léhon près de Dinan, est encore situé au-dessus du niveau atteint par les hautes marées, mais le dernier, celui du Chatelier, est situé au-dessous de ce niveau : la portion du canal qui est comprise entre ces deux barrages est donc envahie périodiquement par la mer, et à ce titre ce milieu nous intéresse. J'en parlerai sous le nom de « Rance canalisée ».

3° Au Chatelier, la rivière canalisée débouche dans une sorte de vaste fjord, ou encore de « rivière », en employant ce terme dans l'acception que lui donnent les marins bretons. On l'appelle aussi « Rance » ou « estuaire de la Rance ». C'est une profonde découpure de la côte. Le phénomène de la marée y a libre jeu. J'en parlerai sous le nom de « Rance maritime ».

J'étudierai la Rance maritime en partant de Saint-Malo pour aboutir au Chatelier. L'étude de la Rance canalisée prendra place dans la partie suivante, à côté de celle des moulins à marées, qui sont très nombreux le long de la Rance maritime, et de celle des bassins à flot.

Description de la Rance maritime

C'est une profonde échancrure du littoral, dirigée du Nord au Sud. 20 kilomètres, mesurés en suivant le milieu du chenal, séparent Saint-Malo du Chatelier. La largeur est très variable. Dans les régions où les rives sont sensiblement parallèles, elle est généralement de un kilomètre. Mais la plupart du temps les rives sont marquées par une alternance de pointes rocheuses étranglant le chenal (la largeur est réduite à 400 m. à Cancaval, 200 m. à Port Saint-Jean, etc.), et d'anses vaseuses très profondes (3 km. 500 à Saint-Jouan, 2 km. 500 aux Bas-Champs, etc.). Au fond de chacune des anses se trouve un moulin à marées barrant la petite vallée qui s'y jette.

Profondeur. — La profondeur décroît, assez irrégulièrement, quand on va de Saint-Malo au Chatelier (voir la carte). De Saint-Malo à Saint-Suliac, la mer couvre en permanence, même par les marées de zéro, la majeure partie du lit. On trouve au-dessous du zéro une profondeur de 12 mètres jusqu'à La Briantais, de 10 mètres jusqu'à l'île Chevret et l'île aux Moines (8 km. de l'embouchure). Puis une diminution rapide : 2 mètres à Saint-Suliac ; de Saint-Suliac à la pointe de La Haie, il ne reste au-dessous du zéro qu'un chenal insignifiant, profond de 0 m. 30 à 1 mètre ; mais, entre les deux falaises qui étranglent la Rance à Port Saint-Jean — Port Saint-Hubert, se trouvent de nouveau des fonds plus importants : une grande fosse descend à —5 mètres. Par contre, de Port-Saint-Jean au Chatelier, les fonds se trouvent tous au-dessus du zéro, + 3 mètres à Plouer, + 5 mètres à Rochefort, + 6 m. 30 au-dessous de l'écluse du Chatelier.

Nature des berges et des fonds. — Elle est des plus variées. Les berges sont alternativement rocheuses, sableuses, vaseuses, et ces différences de nature sont commandées par le contour sinueux des berges, agissant sur la direction des courants de marée. Les fonds situés au-dessous du zéro sont, jusqu'à Saint-Suliac, formés dans l'ensemble de roche en place et surtout de cailloutis ; de Saint-Suliac à la pointe de La Haie ils sont plutôt sableux ; dans la fosse de Port-Saint-Jean les fonds sont vaseux au centre, sablo-vaseux autour.

Salinité. — A l'extrémité de la Rance maritime (Le Châtelier), l'eau douce est apportée par un cours d'eau de faible section et de faible débit ; à l'entrée de la Rance maritime, l'eau de mer (qui, à Saint-Servan, est de l'eau de mer pure, ainsi que je l'ai montré) s'engouffre à marée montante par un couloir ayant 1 kilomètre de large, et qu'elle remplit sur une hauteur de 20 à 25 mètres, suivant l'importance de la marée. On peut donc prévoir *à priori* que l'effet de l'eau douce est pratiquement annulé, jusqu'à une assez grande distance de Saint-Malo. Quelques renseignements sur la salinité de la Rance existent d'ailleurs déjà dans la littérature. Ce sont ceux qu'a donné Hamel en 1924. Cet auteur a trouvé les chiffres suivants :

(2 km.) La Briantais, marée haute	34,91
(10 km.) Saint-Suliac, marée haute.....	34,26
— marée basse	29,26
(14 km.) Port-Saint-Jean, marée basse	24,44

Régime des courants. — En cette échancrure du rivage, située dans la région où la dénivellation de la marée atteint sa valeur la plus forte (13 m. à Saint-Malo), une énorme quantité d'eau entre à chaque marée et en ressort avec une grande vitesse. La configuration des rivages de la Rance, qui fait succéder des étranglements de quelques centaines de mètres de large à des anses épanouies sur plusieurs kilomètres, impose à l'eau une vitesse considérable dans les défilés. Par compensation l'eau des anses est très tranquille. Je donnerai pour chaque station des indications sur les vitesses des courants. La vitesse du courant de flot et celle du courant

de jusant de la même marée ne seront pas extrêmement différentes (comme ce serait le cas dans un estuaire ordinaire), car il faut rappeler que l'écoulement de l'eau douce a trop peu d'importance pour modifier sensiblement le phénomène de la marée.

Régime des marees. — L'horaire des pleines mers et basses mers subit un retard, de plus en plus accentué à mesure qu'on gagne l'extrémité de la Rance, en raison de la distance que doivent parcourir le flot et le jusant. Ce retard atteint et dépasse une heure à l'écluse du Chatelier (et souvent 1/2 heure à Port-Saint-Jean). Il était utile de préciser ce fait, car l'annuaire imprimé à Saint-Servan, manifestement erroné à ce point de vue, n'indique pour Le Chatelier qu'un retard de 8 à 25 minutes. Je donnerai, pour chaque station étudiée, quelques précisions sur les retards observés.

CHAPITRE II

1re région de la Rance : de Saint-Malo-Dinard à la Passagère-Jouvente

§ I. — Généralités

Caractéristiques essentielles

De Saint Malo à La Passagère, la Rance est droite, large de 1 kilomètre en général, profonde (10 à 12 m.) ; j'en fais une première tranche de mon étude, parce que les diverses mesures ayant trait à la composition de l'eau m'ont montré que cette eau est très analogue à celle du large ou de Saint-Servan · c'est encore de l'eau de mer, non de l'eau d'estuaire. Je justifierai cette affirmation dans les pages suivantes. Une grosse différence se présente cependant entre ce domaine et celui que nous avons étudié dans la première partie (domaine littoral proprement dit) : ici les vagues s'amortissent, de plus en plus à mesure qu'on remonte l'estuaire, et l'on peut trouver sans difficulté des portions de berges, qui, abritées à la fois de la direction du large et de celle des vents dominants (de l'ouest), ne sont baignées que par une eau absolument exempte de vagues, ou ne formant qu'exceptionnellement un léger clapotis, comme il en existerait sur un lac de dimensions analogues.

Aspect et peuplement des berges

Les anses sont remplies de sédiments meubles, sable ou vase selon les points, que couvre souvent, sauf aux niveaux élevés, un tapis de végétaux verts : gazon à *Vaucheria*, *Zostera nana*, *Zostera marina*. Des berges rocheuses se dégagent progressivement de ces dépôts meubles lorsque, partant du fond d'une anse, on se dirige vers une des pointes qui étranglent la Rance. A la base des rochers la grève est généralement parsemée de petits blocs et de pierrailles Les pointes rocheuses (et les îles de la Rance) sont formées, sur toute la hauteur de la zone des marées, et bien au-dessous, par des parois rocheuses très abruptes.

Nous ne nous occuperons que des berges rocheuses, et non des dépôts meubles.

Quelle est la végétation de ces rochers ? On peut se demander si le peuplement des parois rocheuses, en ce domaine entièrement abrité, ne sera pas le même, tout simplement, que celui des rochers « abrités » du littoral : épais manteau d'algues, abritant une faune analogue à celle dont j'ai dit quelques mots à la page 39. C'est ce que je m'attendais à trouver en tous les points,

après avoir lu le travail d'Audouin et Milne-Edwards. En effet, ces auteurs, venus explorer la Rance qui « dans plusieurs points... ressemble presqu'à un lac d'eau salée » afin d'y rechercher « plus spécialement les animaux qui se plaisent dans le calme », ont noté l'abondance des Fucus, tout comme sur les rochers abrités du littoral : « tous les rochers qui bordent la Rance, depuis son embouchure jusqu'au delà de Saint-Suliac, en sont couverts ». (Les auteurs n'ont pas poussé plus loin que Saint-Suliac.)

La plupart des rochers sont en effet couverts d'un manteau d'algues, laissant peu de place aux animaux fixés. Mais j'ai observé, cependant, de nombreuses et larges portions de berges qui sont dépourvues du manteau de Fucacées ; et, quand ces berges dénudées plongent dans un dépôt meuble, on observe que le cailloutis qui parsème ce dépôt est lui-même dépourvu de Fucacées. Presque toutes les pointes rocheuses qui étranglent la Rance répondent à ces conditions. En regardant les choses de plus près, on constate que ces parois dépourvues des Fucus sont celles que les *courants de marée*, très violents dans la Rance, balayent avec le plus d'énergie.

Il semble donc que les courants ont la propriété d'empêcher les manteaux de Fucacées de s'établir sur les parois rocheuses, tout comme les vagues pour lesquelles ce pouvoir est admis depuis longtemps. Je dois faire une étude de ces rochers dénudés, pour voir si une faune prospère peut s'y établir à la place des algues, et si cette faune est plus ou moins analogue à celle des rochers *battus* du littoral : autrement dit, la faune que favorise le ressac, est-elle également favorisée par les courants en l'absence de tout ressac ?

Je ne dirai rien des parois couvertes d'algues, me contentant de mentionner ici que leur faune est très analogue à celle des rochers du littoral revêtus d'algues et de constater que la faune qu'on trouve sous les algues (sur les parois verticales) est d'autant plus riche que le courant est plus rapide et la roche mieux nettoyée de toute vase ; lorsqu'un enduit de vase peut se maintenir, la faune s'appauvrit, devient même complètement inexistante dans les cas extrêmes.

Ceci concerne les niveaux relativement élevés où prospèrent les Fucacées. Aux niveaux bas (de 0 à 3 m. 50), une ceinture d'algues très exubérantes et très variées (par ordre d'importance : *Rhodymenia palmata, Codium tomentosum, Laminaria flexicaulis, Codium bursa, Halydris siliquosa, Laminaria saccharina*, etc., etc.), abrite souvent quantité d'organismes animaux. Même sur les rochers les mieux balayés par les courants, cette ceinture existe le plus souvent, de sorte que nous allons la retrouver dans les lignes qui suivent.

Etude de rochers dépourvus d'un manteau de Fucacées

Je vais d'abord m'adresser à un rocher violemment balayé. Il y en a un exemple excellent, la pointe de Cancaval qui réunit diverses conditions avantageuses. Puis je parlerai de parois rocheuses un peu moins balayées, présentant aux niveaux bas une association spéciale à *Dendrodoa*, dont l'étude sera faite à la pointe de La Briantais.

§ II. — Premier type de rocher sans algues : étude de la pointe de Cancaval

1° Etude du milieu physique

Situation : 5 kilomètres de l'embouchure de la Rance, rive ouest. Retard de la marée : 8 minutes au maximum.

La pointe de Cancaval se dégage de la rive gauche de la Rance, et forme une crête fort importante, qui s'avance jusqu'au milieu du chenal. J'étudierai seulement le flanc sud de cette pointe,

pour la raison que ce flanc est abrité contre la houle qui peut pénétrer dans la Rance par gros temps, et se trouve aussi, généralement, à l'abri des petites vagues et du clapotis que le vent peut faire naître sur la Rance même, puisque les vents dominants viennent de l'Ouest.

Ce flanc sud se présente comme une paroi rocheuse très abrupte, s'étendant sur toute la hauteur de la zone des marées, et qui se continue, au-dessous du zéro, jusqu'à — 11 mètres. Elle est balayée, au jusant, par les *courants* les plus violents qui existent dans la Rance : *en vive eau ces courants peuvent atteindre 7 à 8 nœuds* (14 km. à l'heure). Il en résulte que la paroi rocheuse est propre, le courant la nettoyant de toute trace de vase. Divers organismes ont donc pu s'y fixer. Je vais préciser les conditions physico-chimiques où vivent ces organismes, avant de décrire leur distribution. Cette distribution en zones superposées sera moins claire qu'en d'autres points (le Décollé par exemple). Car j'ai dit qu'elle n'était bien claire que sur les parois rocheuses lisses verticales et parallèles à la ligne du rivage. Or, la paroi de Cancaval, très abrupte et droite dans l'ensemble, est tourmentée dans le détail, et les portions de roches répondant aux conditions requises y sont rares et de peu d'étendue.

Température. — Les différences entre les températures prises simultanément à Cancaval et à Saint-Servan (cale Saint-Père) n'ont jamais excédé 0°5 à marée haute, 1° à marée basse. Cela s'explique par la grande profondeur de la mer en ces deux points, et le renouvellement actif de l'eau par les courants. Cependant, dans les anfractuosités de la rive rocheuse le courant forme souvent des tourbillons qui durent un certain temps et permettent à l'eau de s'échauffer au contact de la berge : par une journée ensoleillée, le 29 août 1927, à 14 h. 15 (marée basse), on trouvait :

A la cale Saint-Père	18°3
A Cancaval, dans un courant rectiligne	17°3
A Cancaval, dans un courant tourbillonnant	18°5

Dans l'ensemble, on peut dire que *la température de l'eau de mer normale ne subit pas de modifications appréciables à Cancaval.*

Salinité. — Pendant la belle saison, la salinité est absolument normale à Cancaval, se tenant étroitement aux environs de 35 grammes pour mille.

Mesures effectuées au milieu du chenal :

17 septembre 1926, marée haute, à 17 h. 30	Surface, +9 m. 30	35,5
	Fond, — 6 mètres (15 m. sous la surface)	35 3
18 juillet 1927, marée descendante, à 12 h. 45 (marée haute à 9 h. 28, hauteur 11 m. 50)	Surface, +7 mètres environ	35,3
	Fond, — 8 mètres (15 m. sous la surface)	35,5

Mesures effectuées sur la berge, en surface :

28 septembre 1926, marée basse, 17 h. 30, +3 m. 70				35,6
17 juillet 1927, marée basse, 15 h. 55, +1 m. 60				35
	Cale Saint-Père au même moment			35,3
24 août 1927, marée basse, 11 h. 40, +3 m. 15				35
29 août 1927, marée haute, 8 h. 26, +11 m. 50	Cale Saint-Père...	35,1	Cancaval..	35,6
— marée basse, 14 h. 15, + 1 m. 70	Cale Saint-Père...	35,9	Cancaval..	35,4

Les dernières de ces mesures semblent indiquer qu'on ne retrouve pas à Cancaval la légère augmentation de salinité qui se produit à Saint-Servan à marée basse. C'est peut-être un premier

acheminement vers le régime que subissent normalement les estuaires dans lesquels l'eau saumâtre impose au contraire une diminution de la salinité à marée basse. Régime qui apparaîtra nettement à partir de Saint-Suliac.

En dehors de la période estivale, j'ai dit que l'eau littorale subissait de légères dessalures, un peu plus sensibles à Saint-Servan que sur les points du littoral situés à bonne distance de la Rance. Ces dessalures se font naturellement sentir à Cancaval, un peu supérieures, ou seulement égales, à celles de Saint-Servan :

Cale Saint-Père	2 avril 1927, marée basse	33,1
	4 avril 1927, marée basse	34,7
Cancaval	3 avril 1927, marée basse (14 h. 30, +0 m. 10)	34,0
	— — à 14 h. 45	34,0

18 avril 1928 (marée basse à 12 h. 25, niveau : + 1 m. 45).	Cale St-Père 12 h. 10	32,2	Cancaval 12 h. 45		30,5
	— 13 h. 45	31,8	— 13 h. 20		31,1

En somme, on peut dire qu'en toute saison, même en période pluvieuse, et même au bas de l'eau d'une marée exceptionnelle (le 3 avril 1927, coefficient de la marée : 118), *la salinité à Cancaval est la même que celle de l'eau littorale normale.*

Pouvoir réducteur. — Je n'en ai effectué que peu de mesures :

24 août 1927	Cale Saint-Père, 17 h. 15	15
	Cancaval, marée basse, 11 h. 42, niveau + 3 m. 15	15

29 août 1927. Marée haute 8 h. 26, niveau +11 m. 50 ; marée basse 14 h. 15, niveau +1 m. 70	Cale Saint-Père :		Cancaval :	
	Marée haute	16,5	Marée haute	8,5
	Marée basse	14	Marée basse	13,5

22 septembre 1927, marée basse, 11 h. 30, niveau +3 m. 40 11,5

Ces quelques mesures semblent indiquer que le pouvoir réducteur, peut-être plus variable que celui de l'eau littorale normale, *ne lui est en tous cas pas supérieur* ; il serait parfois inférieur.

Oxygène dissous. — Je montrerai que, plus loin dans la Rance, la teneur en oxygène ne présente pas de différence bien considérable avec celle de l'eau littorale normale. Il en est donc vraisemblablement de même à Cancaval. En raison de la difficulté qu'il y a à transporter le matériel d'analyse, sur ce rocher d'accès très mal commode, je n'ai pu effectuer sur la berge qu'une seule mesure.

22 septembre 1927	Cale St-Père, 16 h. mer très agitée	12 mg.	Cancaval, 11 h. 30, marée basse, niveau +3 m. 40	12 mg. 7

D'autres mesures ont été effectuées au milieu du chenal :

15 septembre 1927	Cale Saint-Père :		Cancaval :	
	9 h. 15 (marée haute, +12 m. 30)	12,1	17 h. 20	12,2
	18 heures	11,9		
12 avril 1928. Marée haute à 11 h., niveau +8 m. 95	Dinard, 9 heures	9,8	Cancaval, 13 heures	10,1

On voit que, *en dépit de l'absence complète de vagues à Cancaval, la teneur de l'eau en oxygène dissous est au moins égale à celle de l'eau littorale agitée.*

Matières en suspension. — L'eau qui lèche la paroi de Cancaval m'est toujours apparue aussi limpide que celle de la cale Saint-Père ou du Décollé.

Concentration en ions hydrogène. — On sait que dans l'eau littorale normale le pH est très constamment de 8,1. A Cancaval on trouve :

24 août 1927, marée basse (+3 m. 15)	pH	8,1
29 août 1927, marée haute (+11 m. 50)	pH	8,1
— marée basse (+1 m. 70)	pH	8,05
18 avril 1928, marée basse (+1 m. 45)	pH	8,1

La troisième mesure indiquerait une très légère diminution à marée basse : nous verrons ce phénomène s'accentuer légèrement quand nous remonterons la Rance. Mais il ne s'agit que de différences insignifiantes, et l'on peut dire qu'à Cancaval *la concentration en ions hydrogène est normale.* Toutefois, dans les courants tourbillonnants dont j'ai parlé à propos de la température, une certaine élévation du pH (pH 8,15 au lieu de pH 8,05 le 29 août) se produit dans les cas où le tourbillon lèche des algues *(Laminaria, Rhodymenia, Codium tomentosum...).*

Résumé des résultats. —Parmi les différentes propriétés du milieu ambiant que j'ai étudiées à Cancaval, une seule, mais des plus importantes, se distingue de ce que nous connaissons sur le littoral normal : les mouvements de l'eau : ici les vagues sont entièrement supprimées, et l'eau présente par contre des courants d'une vitesse exceptionnelle. Toutes les autres qualités étudiées, et notamment celles qui ont trait à la composition de l'eau, montrent que nous sommes en présence d'un milieu marin absolument normal.

2° Les organismes

Du haut en bas on voit apparaître les organismes suivants, au-dessous des lichens terrestres *(Ramalina* et *Physcia).*

a) Verrucaria maura, Lichina confinis.

b) Littorina saxatilis.

c) Chthamalus stellatus.

d) Outre *Chthamalus stellatus,* on trouve en abondance *Lichina pygmaea* (avec *Lasaea rubra* et *Campecopea hirsuta*), *Patella vulgata* var. *conica, Trochocochlea lineata,* et *Oncidiella celtica.* En bien des points, *Pelvetia canaliculata* est abondante.

e) Balanus balanoides, apparaissant brusquement, couvre la plus grande partie de la surface de la roche jusqu'à des niveaux assez bas. Les *Chthamalus stellatus* se trouvent encore parmi les Balanus, mais en proportion insignifiante. Il s'y joint d'autres formes : *Patella vulgata* typique, *Patella intermedia, Calliostoma conuloides,* ce dernier abondant jusqu'en bas. Des Fucacées *(Fucus platycarpus, Fucus vesiculosus),* se trouvent parfois sur certaines parois verticales abritées du courant, et surtout sur des parois horizontales. Sur ces dernières elles remontent d'ailleurs beaucoup plus haut.

f) Plus bas apparaissent *Rivularia bullosa* et *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis,* cette dernière forme ne présentant quelque abondance que vers l'extrémité de la pointe. Les organismes suivant se trouvent en grand nombre, sans qu'on puisse, en raison de leur mobilité, tracer avec netteté leur limite supérieure : *Eulalia viridis, Purpura lapillus, Gibbula umbilicalis,* et *Littorina littorea.* Cette dernière espèce, qui ne remonte peut-être pas autant que les autres, est représentée par des individus noirs et petits, très abondants. Jusqu'aux niveaux bas la roche en est semée

g) Balanus perforatus, d'abondance et de taille moyennes. Se rencontrent jusqu'aux niveaux les plus bas. Les *Fucus serratus* ne sont pas rares. Aux points les plus exposés au courant, ils prennent une forme dressée et rabougrie très comparable à celle qu'ils acquièrent, sur le littoral, aux points battus par les vagues.

h) Les espèces qui viennent ensuite sont toutes assez clairsemées : *Patella vulgata* var. *major*, *Patella depressa*, *Corallina officinalis*, *Mélobésies (Lithothamnium Lenormandi* principalement, m'a-t-il semblé) (1).

Rhodymenia palmata, le plus souvent, ne remonte pas autant que les espèces précédentes. A partir du niveau où elle existe, les *Fucus serratus* deviennent sensiblement plus abondants. Des *Codium tomentosum* les accompagnent.

i) Enfin apparaissent quelques Laminaires *(Laminaria flexicaulis* principalement), localisées dans les parties rentrantes de la roche où le courant ne peut donner en plein, mais forme seulement des tourbillons de vitesse moindre. Sur ces algues, et aussi sur celles que j'ai nommées plus haut, on trouve en abondance *Littorina obtusata*, *Calliostoma exasperatum* Penn., *Phasianella pullus* L., *Rissoa Guerini* Recluz. J'ai recherché en vain *Helcion pellucidus* L.

Enfin je mentionnerai que *Dendrodoa grossulaira* se développe à l'extrémité ouest de la roche étudiée. J'y reviendrai dans le paragraphe suivant.

3° Conclusion

La conclusion de ces descriptions s'impose immédiatement : le rocher de Cancaval, entièrement abrité des vagues, mais balayé par des courants rapides, est peuplé à peu près exactement comme un rocher du littoral, où les courants sont faibles mais les vagues violentes. Il suffit, pour s'en convaincre, de se reporter aux pages 35 à 38 décrivant les deux flancs de la pointe du Décollé. On constate dans l'ensemble la plus grande similitude. Pour entrer dans quelque précision, disons que, par certains de ses caractères (rareté des *Chthamalus* aux niveaux bas, abondance des *Balanus balanoides*, des *Rivularia*), la paroi de Cancaval ressemble au flanc est, modérément battu, du Décollé ; par d'autres (abondance des Moules et des *Balanus perforatus*, faible développement des Laminaires), elle ressemble au flanc ouest, très battu, du Décollé. Les différences les plus notables qui séparent Cancaval du Décollé résident dans l'abondance, au premier de ces deux points, des *Oncidiella celtica*, *Calliostoma conuloides* et *Littorina littorea*.

On voit donc que *l'effet des mouvements de l'eau sur le peuplement des berges rocheuses est le même, que l'eau soit animée de mouvements de va et vient avec variations brusques de vitesse et chocs véritables (vagues, ressac), ou qu'elle soit animée d'un mouvement continu et régulier s'exerçant dans le même sens pendant plusieurs heures (courant)*. Cela, au fond, n'a rien de bien surprenant. Je n'en ai pas moins été fort surpris, la première fois que, loin dans l'intérieur des terres, en un endroit absolument paisible, je me suis trouvé devant une paroi rocheuse portant un peuplement qui rappelle à s'y méprendre celui des caps battus par les flots comme Le Décollé. J'ai même eu une impression étrange en constatant qu'à Cancaval la faune et la flore offrent un aspect sensiblement plus « battu », si je puis dire, que sur l'écueil le plus exposé (Les Maisons) que j'aie visité, avec P.-H. Fischer (1925), dans l'archipel des Minquiers.

---

(1) C'est par suite d'une simple omission que je n'ai pas cité les Mélobésies et les Corallines dans ma note préliminaire du 8 novembre 1927.

§III. — Second type de rochers sans algues : étude de la pointe de La Briantais

1° Existence d'une zone a Dendrodoa

Le domaine étudié au paragraphe précédent représente un cas extrême, les courants atteignant à Cancaval une vitesse exceptionnelle. Dans la Rance on observe beaucoup de parois rocheuses qui, tout en étant privées d'un manteau de Fucacées, n'offrent pas les mêmes caractères bionomiques que la paroi de Cancaval, au moins aux niveaux bas.

Tenons-nous au-dessous de la limite supérieure des grandes Patelles et des Algues calcaires (lettre *h* au paragraphe précédent). Si nous quittons une pointe violemment balayée par les courants, comme Cancaval, pour aller vers le fond d'une anse, où les niveaux bas, avant d'être ensevelis dans les dépôts, sont tapissés de grandes algues, on constate qu'entre la région où elle est couverte de Patelles et algues calcaires, et la région où elle porte de grandes algues, la roche se couvre de *Dendrodoa grossularia*. La chose est nette, par exemple, à Cancaval quand on va vers l'anse de Montmarin, et s'observe en bien d'autres points de la Rance. Les *Dendrodoa* existent à découvert (et non seulement dans les grottes ou sous les surplombs), en revêtements très étendus, prospères surtout sur les parois orientées au nord, mais développés aussi sur celles qui font face au midi.

Cette zone à *Dendrodoa* atteint son développement le plus magnifique au voisinage des herbiers. Là s'y mêle une multitude d'autres Tuniciers, d'Eponges, de Bryozoaires, etc. Cette constatation vérifie le fait, bien mis en évidence par DE BEAUCHAMP, de l'enrichissement de la faune au voisinage des herbiers. Nous allons donner quelques précisions sur la faune de la pointe rocheuse de La Briantais, située à proximité immédiate de grands herbiers.

2° Le milieu physique a La Briantais

La pointe de La Briantais est située sur la rive droite de la Rance, à 3 kilomètres de l'embouchure. Elle n'est pas complètement abritée de la *houle*, mais celle-ci y est déjà considérablement amortie, en raison de l'éloignement de la mer et de la protection apportée par les îles de Bizeux et des Zorieux. Lorsqu'elle se fait sentir, ce n'est qu'à marée haute : les niveaux bas (les seuls dont je m'occuperai ici) sont protégés par une série de bancs de sable, et l'eau qui les baigne à marée basse est d'une tranquillité parfaite. Les *courants* de marée balayent la pointe de La Briantais avec une vitesse déjà forte, mais qui n'approche pas celle de Cancaval. Les qualités de l'eau ont été déjà en partie étudiées à la rubrique « herbiers » (p. 52 à 54). A marée basse le *pouvoir réducteur* est élevé ; le *pH* est assez variable (augmente le jour, diminue la nuit), et la *teneur en oxygène* également. Lorsque le niveau de la mer s'élève, les qualités de l'eau varient entre celles que je viens de rappeler, et des qualités absolument normales à marée haute. Il est superflu de mentionner les mesures qui justifient cette dernière affirmation, puisque La Briantais est située entre deux stations, Saint-Servan et Cancaval, où l'eau de mer se présente absolument avec les mêmes caractères. Je dois seulement rappeler que la littérature fournissait déjà une mesure de salinité à La Briantais : 34,91 d'après G. HAMEL ,1924.

Nous aurons à considérer : une masse rocheuse formant la pointe proprement dite, et qui tombe par pans verticaux (exposés, les uns à l'Ouest, d'autres au Nord), sur une grève située à un niveau très bas ; et, sur cette grève, des blocs rocheux ou des têtes de roche émergeant du dépôt meuble. (En s'éloignant légèrement de la masse rocheuse, on trouve dans toutes les directions des herbiers insérés sur ce dépôt meuble.)

3° Organismes fixés sur la masse rocheuse

La pointe de La Briantais ne présente de parois verticales qu'à partir d'un niveau assez bas : je n'étudierai donc pas les niveaux élevés. Les parois verticales sont occupées d'abord par l'association des *Balanus balanoides, Patella vulgata* et *intermedia, Purpura lapillus, Calliostoma conuloides*, déjà étudiée à Cancaval (zone *f*). Puis apparaît *Balanus perforatus*, toujours comme à Cancaval. Les niveaux inférieurs s'enrichissent de nombreuses espèces. On peut grossièrement les répartir en deux zones, qui prolongent approximativement, la première la zone des grandes Patelles et Algues calcaires (*h* à Cancaval), la seconde la zone des Laminaires.

1re *zone.* — *Dendrodoa grossularia* en est l'élément dominant. On trouve en outre (1) : *Sycon coronatum, Leucosolenia complicata* Mont., *Leucandra Gossei* Bow, *Pachymatisma Johnstonia, Tethya lyncurium, *Hymeniacidon caruncula* (qui remonte plus haut que la plupart des espèces citées ici), **Lepralia pallasiana, Eulalia viridis, *Balanus perforatus, *Purpura lapillus *Calliostoma conuloides, *Gibbula umbilicalis, Mytilus edulis* var. *galloprovincialis, Botryllus Schlosseri (violaceus* et *smaragdus), Amaroucium Nordmani, Armaroucium areolatum, *Circinalium concrescens, *Morchellium argus.* Dans le bas de cette zone apparaissent quelques bouquets de *Rhodymenia palmata.* J'ai recherché en vain l'éponge *Grantia compressa*, si abondante en général parmi les *Dendrodoa.*

2e *zone.* — Aux espèces précédentes s'ajoutent : **Halicondria panicea, *Reniera (simulans* Johnst. *ou ingalli* Bow.), **Mycale similaris, *Raspailia hispida* (ou peut-être *Howsei*) (2), **Polymastia mamillaris, Sertularia operculata, Aiptasia couchi,* des *Bugula (avicularia* et *Turbinata),* des Salmacines, **Nassa reticula, *Cypraea arctica, Haliotis tuberculata, Chlamys varia, *Distomus variolosus* (qui est peut-être l'organisme le plus caractéristique de cette zone), *Ascidiella aspersa, Didemnum aspersum — maculosum,* quelques *Laminaria flexicaulis* et *saccharina.* Des *Bispira volutacornis* et *Volsella barbata* prennent insertion à la faveur d'anfractuosités.

La plupart de ces espèces sont magnifiquement développées, et souvent les individus ou les colonies sont pressés les uns contre les autres. La répartition des espèces dans les deux zones que j'ai cru pouvoir distinguer, serait certainement sujette à retouches. La limite supérieure de chacune de ces deux zones est à un niveau beaucoup plus élevé sur les pans de rocher orientés au nord que sur ceux qui sont tournés à l'Ouest ; de plus la faune est sensiblement plus fournie face au Nord, particulièrement en ce qui concerne les Ascidies, dont les individus sont plus nombreux et mieux développés ; mais la liste des espèces reste la même, quelle que soit l'orientation.

4° Champs de blocs et tetes de roches

Je dirai quelques mots des espèces fixées à la *face supérieure* des têtes de roches, et des blocs trop volumineux pour pouvoir être retournés par les pêcheurs. On y trouve en assez grande abondance *Tethya lyncurium, Pachymatisma Johnstonia, Mycale similaris, Didemnum maculosum* (avec *Lamellaria perspicua*), *Botryllus Schlosseri (violaceus* et *smaragdus)* ; et, en abondance moindre, *Raspailia hispida, Dendrodoa grossularia* (individus isolés et de petite taille), *Ascidiella aspersa* (de même), *Polysyncraton Lacazei, Amaroucium areolatum.*

---

(1) Les espèces les plus abondantes sont marquées d'un astérisque.

(2) M. P. de Beauchamp a récolté à La Briantais en octobre 1928 *Raspailia ramosa* et *Vibulinus rigidus.*

5° Remarques sur cette faune

L'association dont il est question, formée par des *Dendrodoa* auxquelles s'ajoutent d'autres espèces en plus ou moins grande abondance, Eponges et Tuniciers principalement, n'a guère d'équivalent sur les rochers découverts du littoral : du moins je ne l'y ai jamais rencontrée ni trouvée mentionnée dans les ouvrages. Le plus grand nombre des formes citées trouve généralement son maximum de développement, soit dans les grottes, soit sous les pierres, ou sous les parois surplombantes. Sur les parois rocheuses découvertes (verticales ou tendant vers l'horizontale), on peut évidemment rencontrer des représentants d'un grand nombre de ces espèces, mais clairsemés, peu développés, souvent enfouis sous les algues (voir de Beauchamp, p. 109-110, 1914). Ce n'est que sur les parois verticales des petits blocs émergeant de certains herbiers que les auteurs (de Beauchamp, 1914, p. 98 et 104 ; de Beauchamp et Lami, p. 203) décrivent une faune un peu comparable à celle-ci. La situation même de ces petits blocs permet de considérer, me semble-t-il, qu'ils sont bien abrités contre le ressac. Je suis tenté d'attribuer à l'absence de ressac le fait que des Tuniciers, Spongiaires, etc. peuvent s'aventurer sur des parois découvertes.

Ces considérations, presque évidentes, pourraient paraître superflues. Elles ne le sont pas entièrement, car le fait que, sur le littoral, beaucoup de Spongiaires, Tuniciers, etc. sont confinés dans des grottes ou sous des pierres, a fait exagérer l'influence nocive de la lumière et de la dessication. Nous reviendrons plus longuement sur ces questions dans la troisième partie (chapitres III et V).

CHAPITRE III

2e région de la Rance : Saint-Suliac, pointes de Garo et du Grouin

§ I. — Préliminaires

Nous sommes restés jusqu'ici dans des régions où l'eau conserve (sauf pour ce qui est de sa mobilité) toutes les qualités de l'eau de mer normale. En nous transportant beaucoup plus loin dans la Rance, nous voyons apparaître des différences. Il en existe déjà à Saint-Suliac, puisque Hamel y a fait à marée basse un dosage de salinité qui ne lui a donné que 29 gr. 26 pour mille, au lieu de 35 grammes, teneur normale. D'autre part, les récoltes de Mollusques faites en ce lieu par Dautzemberg et Durouchoux, puis par Moazzo avec Hamel, indiquent que la faune doit y être assez riche. Il est donc indiqué d'étudier plus complètement la faune de cette région, et de préciser le régime de la salinité, pour étudier la résistance des espèces à la dessalure. Il faudra également étudier les autres qualités du milieu ambiant, pour ne pas risquer d'attribuer à la dessalure l'absence de certaines espèces qui pourrait être due à d'autres anomalies du milieu. A partir de cette région, les variations de la salinité ne feront que s'accentuer. Il serait évidemment intéressant d'étudier les berges sans discontinuité pour observer les transformations progressives de la faune et de la flore. Mais je me limiterai essentiellement au peuplement des rochers, qui est celui qui se prête le mieux aux comparaisons un peu précises. Or, les berges rocheuses sont discontinues, et ne se dégagent des sédiments meubles qu'aux pointes qui étranglent la Rance : Saint-Suliac (pointe Grainjolais), les pointes de Garo et du Grouin, peu distantes, seront étudiées ensemble ; l'étranglement de Port-Saint-Jean, Port-Saint-Hubert, qui vient ensuite, fera l'objet d'un autre chapitre.

§ II. — Saint-Suliac

1° Le milieu physique

Substratum. — Le village de Saint-Suliac, situé sur la rive droite de la Rance dans une anse assez ouverte, est à 10 kilomètres de la mer (retard de la marée, jusqu'à 20 minutes). C'est à son niveau que le lit de la Rance cesse d'être profond : en aval on atteint rapidement — 10 mètres ; en amont, le lit vient presque entièrement à sec aux grandes marées (sauf à Port-Saint-Jean où reparaît une fosse profonde). Au nord-ouest du village se trouve la *pointe de Grainjolais* (voir le

plan ci-joint), prolongée par une succession de rochers avançant dans le chenal et que la marée haute submerge. Par leur situation, ces rochers (Les Echaudières, Le Chaudron, La Houle), barrent la route des courants et sont donc balayés par eux. Outre le faciès rocheux, on trouve à Saint-Suliac du sable et du sable vaseux, qui forment aussi de grands bancs dans le lit (banc des Ecrepières, banc de Lestil semés de pierrailles). A la base des rochers dont je viens de parler la grève porte en outre de grands herbiers (*Zostera marina*), les derniers que j'aie trouvés en remontant la Rance (1). La plupart se trouvent à un niveau très bas ; un autre, plus élevé, forme cuvette au sud des Echaudières, et ses eaux s'écoulent par un déversoir à pente rapide. On voit que les habitats sont des plus variés.

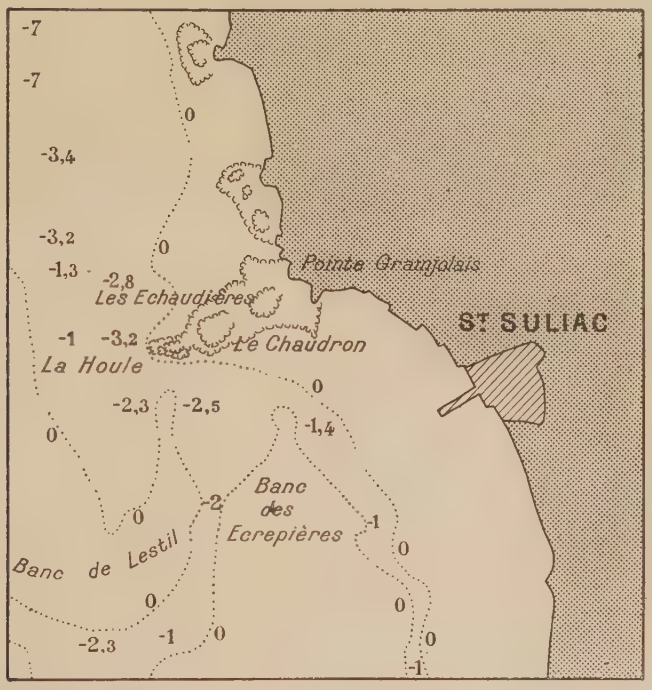


FIG. 4. — Saint-Suliac. D'après la carte au 1.500.000e du Service Hydrographique de la Marine.

Mouvements de l'eau. — AUDOUIN et MILNE-EDWARDS, qui se sont rendus à Saint-Suliac, notent que «les coups de vents y sont assez violents et la mer y est souvent très agitée». Je dois préciser que cette agitation ne se produit que dans les conditions où elle se produirait dans un lac semblable, c'est-à-dire qu'elle est rarement forte. La houle du large ne fait pas sentir son action. La preuve en est que les rochers sont recouverts de vase aux niveaux élevés (ceux où la houle frapperait le plus efficacement si elle existait) et ne deviennent propres qu'à partir des niveaux où les courants de marée acquièrent de la vitesse. Ces courants de marée, beaucoup moins vigoureux qu'à Cancaval, ne frappent qu'en certains points. Sur les rochers prolongeant

(1) HAMEL et MOAZZO parlent d'un herbier à *Zostera nana* à Saint-Suliac (1924). Je ne l'ai pas retrouvé pendant la période de 1925 à 1928. On sait combien les herbiers sont chose inconstante. DE BEAUCHAMP donne, aux environs de Roscoff, de bons exemples de leur variabilité. Il serait intéressant de suivre de près ces transformations pour en étudier le déterminisme.

la pointe Grainjolais, leur force est suffisante, non seulement pour nettoyer de tout dépôt meuble de grandes surfaces rocheuses, mais aussi pour en faire disparaître le manteau de Fucacées en bien des points.

Température. — Les écarts de température entre l'eau de Saint-Suliac et celle de la cale Saint-Père n'excèdent guère 2°. Ils sont équivalents à ceux qui s'observent entre l'eau d'une masse profonde (cale Saint-Père, Cancaval) et l'eau d'une grève du littoral constituée comme celle de Saint-Suliac (en pente douce). On verra d'ailleurs que, plus loin dans la Rance, à Port-Saint-Jean, les écarts ne sont pas plus accentués.

Salinité. — Je rappelle qu'Hamel, en 1924, a trouvé à Saint-Suliac.

A marée haute	34,26
A marée basse	29,26

Les mesures que j'ai effectuées à mon tour sont rangées, suivant le niveau où elles ont été prises, dans le tableau suivant. Dans la colonne « importance de la marée », j'indique le niveau qu'atteindra l'eau à l'étale qui suivra la prise : de la sorte on sait si la mesure a été faite à marée montante ou descendante (ou étale s'il y a coïncidence), et on connaît aussi l'importance de la marée. Je rappelle que la mer oscille entre 0 et 13 mètres aux plus grandes marées, entre 4 et 9 mètres en morte-eau.

Nos	Niveau	Salinité	Date	Importance de la marée	Lieu de prise
1	9 m.	35,3	18/7/27	1 m. 70	Milieu du chenal.
2	8 m. 75	31,8	12/4/28	4 m. 10	Milieu du chenal.
3	8 m. 45	31,8	10/4/27	8 m. 45	Cale de Saint-Suliac.
4	8 m. 30	34,7	16/4/27	1 m. 95	Milieu du chenal.
5	5 m. 30	35,3	5/9/27	3 m. 90	Cale de Saint-Suliac.
6	4 m. 70	21,5	23/3/28	12 m. 75	Rochers, flanc sud.
7	4 m. 60	32,4	23/3/28	12 m. 75	Rochers, flanc nord.
8	3 m.	32,4	16/4/27	1 m. 95	Banc des Ecrépières.
9	2 m. 90	34	13/4/26	0 m. 50	Rochers, flanc sud.
10	2 m. 90	32,7	13/4/26	12 m. 60	Rochers, flanc sud.
11	2 m. 80	23,7	23/3/28	12 m. 75	Rochers, flanc sud.
12	2 m. 05	35	21/1/27	2 m. 05	Rochers, extrémité.
13	1 m. 95	27,6	16/4/27	1 m. 95	Rochers, extrémité.
14	1 m. 50	30,2	23/3/28	12 m. 75	Rochers, flanc nord.
15	1 m. 10	34	13/4/26	0 m. 50	Rochers, flanc sud.
16	1 m. 10	33,4	13/4/26	12 m. 60	Rochers, flanc nord.
17	1 m.	32,1	13/4/26	12 m. 60	Rochers, extrémité.
18	0 m. 80	26,9	23/3/28	12 m. 75	Rochers, flanc sud.
19	0 m. 55	35	14/9/27	0 m. 55	Rochers, extrémité.
20	0 m. 50	35,6	24/9/26	0 m. 50	Rochers, extrémité.
21	0 m. 40	29,2	23/3/28	0 m. 40	Rochers, extrémité.

De ces mesures, on peut tirer les indications suivantes :

La salinité paraît être normale en été, à marée basse comme à marée haute (nos 1, 5, 19, 20) ;

en dehors de la belle saison elle peut présenter une valeur normale, même à marée basse (n° 12), mais la plupart des mesures montrent un abaissement très sensible, beaucoup plus marqué que sur le littoral ou à Cancaval, et qui peut atteindre et dépasser le quart de la teneur normale. Cet abaissement se fait surtout sentir au début de la marée montante. C'est ce que montrent les mesures effectuées le 13 avril 1926 (les lire dans l'ordre : 9, 15, 17, 16, 10) et le 23 mars 1928 (nos 21, 18, 14, 11, 7, 6). Il est beaucoup plus marqué sur le flanc sud des rochers faisant suite à la pointe Grainjolais, que sur le flanc nord de ces mêmes rochers (comparer nos 6 et 7 ; 11 et 14). Ces faits s'expliquent par la disposition des lieux. La marée montante, apportant de l'eau à forte salure, trouve la route barrée par le flanc nord des rochers et les contourne par la pointe, pour gagner en droite ligne la direction de la pointe du Grouin ; pendant ce temps, de l'eau dessalée, venant de la pointe de Garo en longeant l'anse de Saint-Suliac, continue à diffuser en direction du flanc sud des rochers sans être arrêtée par le flot. L'existence de ce courant secondaire est bien marquée sur la carte par le chenal longeant la grève de Saint-Suliac. Ce n'est que lorsque le flot arrive à submerger les rochers, qu'il repousse directement cette eau à faible salure.

On pourrait se demander si la dessalure ne serait pas localisée à la surface de l'eau : auquel cas les organismes n'auraient à la subir que pendant un temps très bref, au moment où la marée se trouverait à leur niveau. Les mesures suivantes semblent indiquer qu'il n'en est rien, et que la dessalure est également très sensible en profondeur.

16 avril 1927, devant la pointe des rochers	En surface (+1 m. 95)	27,6
	Sur le fond (—3 m., 5 m. sous la surface)	27,9

Teneur en oxygène dissous. — 1° Le 15 septembre 1927 (marée haute 9 h. 30, niveau 12 m. 30 ; marée basse 16 h. 30, niveau 1 m.). Des mesures ont été faites à Saint-Servan avant et après l'excursion à Saint-Suliac, pour comparaison.

Saint-Servan, 9 h. 15	12 mg. 1	Saint-Suliac, dans le chenal, 9 h. 45 ..	12 mg.
Saint-Servan, 18 heures	11 mg. 9	Saint-Suliac, dans le chenal, 15 h. 30.	12 mg. 4
		Saint-Suliac, sur les rochers, 16 h. 20.	13 mg. 3

2° Le 12 avril 1928 (marée haute 10 h. 56, niveau 8 m. 95 ; marée basse 17 h. 44, niveau 4 m. 15).

Dinard, 9 heures	9 mg. 8	Saint-Suliac, dans le chenal, 9 h. 20.	10 mg. 5
Cancaval, 13 heures	10 mg. 1	Saint-Suliac, dans le chenal, 12 h. 45.	10 mg. 5

Ces quelques mesures suffisent à indiquer que la teneur en oxygène dissous, à Saint-Suliac est très normale, plutôt en légère augmentation sur celle de l'eau de mer normale. Cette augmentation paraît s'accentuer sur la berge rocheuse à marée basse, sans doute par suite de l'influence des herbiers voisins.

Pouvoir réducteur. — Le fait que les rochers de Saint-Suliac sont entourés d'herbiers, permet de prévoir que le pouvoir réducteur de l'eau y subira une certaine élévation, comme sur tous les herbiers du littoral. C'est ce que vérifient les mesures suivantes, que je n'ai pas cru nécessaire de multiplier.

1° Le 5 septembre 1927. Marée basse à 19 h. 30, niveau +4 m. 45.

Cale Saint-Père, 14 heures	12	Saint-Suliac, 14 heures (+8 m. 50)	15,5
Cale Saint-Père, 16 heures	13	Saint-Suliac, 17 heures (+5 m. 30)	13

2° Le 14 septembre 1927.

Cale Saint-Père, 12 heures	10,5
Saint-Suliac, 16 heures (marée basse, 0 m. 55)	13

3° Le 18 août 1928, à marée basse, 1 m. 45.

Cale Saint-Père	14
Saint-Suliac	17

Matières en suspension. — L'eau est généralement limpide, mais souvent un léger trouble apparaît, surtout à marée basse en raison de la proximité de dépôts meubles (portant ou non des herbiers).

Concentration en ions hydrogène. — La plupart des mesures de salinité rapportées plus haut ont été accompagnées de mesures du pH. Celui-ci s'est toujours montré, soit identique à celui de l'eau de mer normale (pH 8,1 le plus souvent), soit en légère élévation à marée basse (+0,05), sans doute en raison du voisinage des herbiers.

Conclusion. — A Saint-Suliac, en plus de l'absence de vagues nous voyons apparaître une nouvelle modification du milieu marin, et une seule : l'eau peut perdre une notable partie (1/4) de sa teneur en sels. Toutes les autres qualités étudiées paraissent normales. Saint-Suliac est très comparable à La Briantais (p. 65) en ce sens que l'eau y est exempte de vagues, que les courants y sont d'intensité moyenne, que les rochers sont environnés d'herbiers, etc. Mais ce serait une Briantais baignée par de l'eau à salinité variable. Cette différence dans les conditions ambiantes va-t-elle entraîner des différences dans la faune aux deux localités considérées ? C'est ce que nous allons maintenant étudier.

Les organismes

Historique

Plusieurs naturalistes ont déjà exploré Saint-Suliac et nous ont laissé des renseignements sur leurs récoltes, concernant uniquement les Mollusques et les Algues.

Audouin et Milne-Edwards ont remonté la Rance jusqu'à Saint Suliac, mais ne parlent que des espèces qu'ils y ont récoltées au moyen de la drague.

Dautzemberg et Durouchoux, dans leur liste des Mollusques de Saint-Malo, citent souvent Saint-Suliac entre autres provenances. J'ai ainsi relevé dans leur travail : *Bela rufa* (coquilles rejetées), *Purpura lapillus* var. *celtica*, *Littorina saxatilis* subsp. *rudis* (à la pointe du Grouin, au sud de Saint-Suliac), *Skeneia planorbis*, *Calyptra chinensis* var. *Polii*, *Cioniscus unicus* (coquilles vides), *Odostomia unidentata*, *Fissurella mamillata* var. *dorsata*, rejetée, *Crenella rhombea* (valves rejetées), *Venus verrucosa* en face de Saint-Suliac sur la rive gauche, *Pholas dactylus* dans les bancs de glaise, *Barnea candida*, même provenance, enfin une valve de *Thracia distorta* sur un banc en face de Saint-Suliac. Il faut certainement ajouter à cette liste un grand nombre d'espèces communes, pour lesquelles les auteurs ne détaillent pas les provenances de leurs récoltes, et indiquent « partout en abondance ».

Joubin, étudiant les gisements des Mollusques comestibles, mentionne à Saint-Suliac *Littorina littorea*, *Haliotis tuberculata*, *Ostrea edulis*, *Cardium edule*, *Venus verrucosa*, *Tapes decussata*, *Mya truncata*.

Hamel et Moazzo ont étudié les Mollusques et les Algues. Pour les Mollusques ils donnent la liste suivante : *Patella vulgata* (var. *secernenda* et *communis*), *P. intermedia* (var. *Taslei*), *Trochus magus*, *Calliostoma conuloides*, *Trochus conulus*, *Trochocochlea umbilicata*, *Trochus cinerarius*, *Nassa reticulata*, *Nassa incrassata*, *Ocinebra erinaceus*, *Natica catena*, *Trivia europea*,

Calliostoma violascens, Purpura lapillus, Tapes pulastra, Tapes rhomboides, Cardium edule, Venus verrucosa, Lutraria oblonga, Pholas dactylus, Barnea candida, Scrobicularia piperata, Mytilus edulis, Octopus vulgaris. Les auteurs ajoutent que des recherches plus prolongées auraient permis de trouver un bien plus grand nombre d'espèces. Ils donnent aussi une longue liste d'Algues, comportant des renseignements précieux sur la situation des diverses espèces. J'y renvoie le lecteur. Je me contenterai de citer ici quelques espèces communes, celles qui ont fait de ma part l'objet d'études bionomiques et sur lesquelles je donnerai de plus amples renseignements dans la dernière partie : *Pelvetia canaliculata, Fucus serratus, Chorda filum, Laminaria saccharina, Laminaria flexicaulis, Codium tomentosum, Rhodymenia palmata, Bryopsis hypnoides, Corallina officinalis, Lithophyllum incrustans, Lithophyllum lichenoides, Lithothamnium Lenormandi, Melobesia farinosa, Melobesia Lejolisii.*

Recherches personnelles

Les résultats des auteurs précédents doivent être complétés par de nouvelles recherches, concernant tous les groupes animaux (seuls les Mollusques ont été étudiés) ; et, pour toutes les espèces, même celles qui sont déjà citées, il est nécessaire de fournir des précisions sur le lieu, le niveau et la date de leur récolte, puisque nous voulons étudier leur résistance à la dessalure et que cette dernière se manifeste diversement, suivant le lieu, le niveau et la saison. En se reportant au tableau des salinités, on se fera une idée des dessalures supportées. D'ailleurs je donnerai à la dernière partie, où je réunis les renseignements recueillis sur chaque espèce, la salure la plus basse observée au contact de chacune d'elles.

Banc des Ecrepières

J'ai parcouru le 16 avril 1927, époque de dessalure accentuée, une partie de ce banc se trouvant à la cote + 3 mètres. La surface, sableuse, est parsemée de pierrailles et présente de nombreuses flaques où s'enracinent quelques Zostères. Toutes les espèces citées étaient très abondantes :

Hymeniacidon caruncula, pointant hors du sable, *Anemonia sulcata* dans les petits herbiers, *Calliactis effoeta, Lanice conchilega, Sabella pavonina,* pontes de *Sepia officinalis* en abondance extrême (fixées un peu partout, principalement aux Zostères), *Buccinum undatum, Nassa reticulata, Calyptra chinensis* collé à la face supérieure des pierrailles, *Chlamys varia* dans les petits herbiers, *Pecten maximus,* même gisement, *Tapes pullastra, Solen marginatus, Eupagurus bernhardus.*

Rochers de la pointe Grainjolais

La faune de ces rochers et de la grève avoisinante (parsemée de pierrailles), très pauvre aux niveaux élevés, est au contraire très variée et abondante aux niveaux bas, de 0 à 4 mètres environ. Elle atteint son plus beau développement dans la zone de 2 à 4 mètres. Elle m'a semblé à peu près aussi bien développée sur le flanc sud des rochers, exposé à de fortes dessalures, que sur le flanc nord, où la dessalure est plus modérée. Dans le cas où une espèce n'a été récoltée que sur le flanc nord, je le mentionnerai ; toutes les autres ont été récoltées sur le flanc sud. Je nommerai d'abord les espèces récoltées en mars-avril, époque de grande dessalure. Pour toutes celles qui figureront dans cette liste, j'ai vérifié leur présence en mars 1928, époque où se sont produites les plus fortes dessalures que j'aie observées. Puis viendront les espèces, fort peu nombreuses

d'ailleurs, que je n'ai récoltées que pendant la période d'été où la salure est normale. Ayant pour but d'étudier la résistance à la dessalure, je ne me suis pas limité à l'examen des parois lisses et verticales (d'ailleurs mal représentées ici). De sorte qu'on trouvera mentionnés dans la zone de 2 à 4 mètres certaines espèces qui, sur de telles parois, n'auraient pas atteint ces niveaux.

1° Espèces se trouvant en mars-avril dans la zone de 0 à +2 mètres (toutes les espèces mentionnées sont abondantes).

Spongiaires. — *Sycon coronatum* ; *Halicondria panicea*, cette espèce prospérant surtout à l'extrême pointe des rochers où les courants ont le plus de force ; elle y forme à découvert d'épais encroûtements ; *Mycale similaris, Raspailia hispida, Raspailia stuposa, Tethya lyncurium, Hymeniacidon caruncula, Polymastia mamillaris, Ficulina ficus.*

Cœlentérés. — *Obelia geniculata, Sertularia operculata, Actinia equina, Anemonia sulcata, Tealia felina, Calliactis effœta, Aiptasia Couchi.*

Echinodermes. — *Asterina gibbosa.*

Bryozaires. — *Lepralia pallasiana, Alcyonidium polyoum, Flustrella hispida.*

Annélides. — *Polynoe scolopendrina, Odontosyllis gibba, Amphitrite gracilis, Lanice conchilega, Polymnia nebulosa, Sabella pavonina, Serpula vermicularis, Potamoceros triqueter*, Salmacines, Spirorbes.

Crustacés. — *Balanus perforatus, Balanus crenatus, Stenorynchus phalangium, Pilumnus hirtellus, Carcinus maenas, Eupagurus bernhardus, Porcellana longicornis, Galathea squamifera, Homarus vulgaris.*

Mollusques. — *Doris tuberculata, Clathurella purpurea, Buccinum undatum, Donovania minima, Nassa reticulata, Ocinebra aciculata, Purpura lapillus, Cypraea arctica, Rissoa parva, Gibbula cineraria, Gibbula umbilicalis, Calliostoma conuloides, Haliotis tuberculata, Fissurella mamillata, Patella vulgata* typique (var. de coloration *communis* et *secernenda*), *Patella vulgata* var. *major, Patella intermedia* var. *Taslei* ; *Patella depressa* : en 1925, 1926 et 1927, j'avais recherché en vain cette espèce et la considérais comme manquant à Saint-Suliac ; mais en avril 1928 elle y était très abondante ; *Ischnochiton cinereus, Anomia ephippium, Chlamys varia, Pecten maximus.*

Tuniciers. — *Molgula manhattensis, Dendrodoa grossularia, Distomus variolosus, Botrylloides Leachi (insigne* et *rubrum), Botryllus Schlosseri (smaragdus, Schlosseri, calendula, bivittatus, aurolineatus, violaceus), Ascidiella aspersa, Tridemnum cereum, Didemnum aspersum* et *maculosum, Amaroucium densum, Amaroucium Nordmani, Amaroucium areolatum, Circinalium concrescens.*

Poissons. — *Conger vulgaris.*

Algues. — Je noterai la présence du *Codium bursa*, espèce qui n'a pas été citée par Hamel et Moazzo, et dont j'ai trouvé en mars 1928 quelques exemplaires, de petite taille, localisés à l'extrême pointe des rochers, à un niveau très bas (0 m. 50).

2° Espèces se trouvant en mars-avril dans la zone de +2 à +4 mètres.

Pour avoir la liste des espèces les plus abondantes que j'ai récoltées dans cette zone, il suffit de faire quelques modifications à la liste précédente. Retrancher *Sycon coronatum, Halicondria panicea* (Spongiaires), *Tealia felina* (Cœlentéré), *Odontosyllis gibba* (Annélide), *Homarus vulgaris* (Crustacé), *Buccinum undatum, Haliotis tuberculata, Chlamys varia, Pecten maximus* (Mollusques), *Distomus variolosus* (Tunicier), *Conger vulgaris* (Poisson), *Codium bursa* (Algue).

Ajouter :

Grantia compressa (Spongiaire), abondant parmi les *Dendrodoa*, *Eulalia viridis* (Annélide), *Balanus balanoides*, *Chthamalus stellatus*, *Inachus dorynchus* (Crustacés), enfin les Mollusques *Eolis papillosa*, *Nassa incrassata*, *Ocinebra erinaceus*, *Littorina littorea*, *Calyptra chinensis*, que je n'ai trouvé que sur le flanc nord de la pointe, *Gibbula magus*, *Calliostoma striatum*, *Calliostoma exasperatum*, *Acanthochites discrepans*, *Mytilus edulis*, *Volsella barbata*, *Venus verrucosa*.

3° Espèces trouvées seulement pendant l'été.

Pour ces espèces je ne donne pas de précisions sur le niveau de récolte (puisqu'en été la salure est normale à tous les niveaux). Celles que j'ai spécialement (et vainement) recherchées en mars-avril, sont précédées d'un astérisque. *Harmothœ impar* (Annélide), *Maera grossimana*, *Portunus arcuatus* (Crustacés), les Mollusques *Octopus vulgaris* (seulement en été 1925 et 1928 ; non trouvé en 1926 et 1927, années froides), **Polycera quadrilineata*, *Lamellaria perspicua*, *Acmaea virginea*, *Clavelina lepadiformis*, **Morchellium argus*, **Polysyncraton Lacazei*. J'ai trouvé cette dernière espèce en été 1927 dans le déversoir de l'herbier. Il est possible que l'abaissement de la salure soit la cause de l'absence de certaines de ces espèces à la mauvaise saison.

4° Espèces manquant à Saint-Suliac.

Parmi les espèces communes que j'étudie, bien peu manquent à Saint-Suliac (on pourrait par contre, sans doute, dresser une liste assez longue d'espèces peu communes manquant à Saint-Suliac, mais cette liste n'aurait pas grande signification à cause du hasard). J'ai longtemps cru (1925-26-27) que *Patella vulgata major* et *Patella depressa athletica* faisaient défaut, mais en mars 1928 j'ai trouvé ces formes en abondance, en dépit d'un grand abaissement de salinité. Les seules espèces que j'aie recherchées en vain, jusqu'à présent du moins, sont l'Isopode *Cymodocea truncata*, généralement abondant dans les souches des Laminaires sur le littoral et surtout aux Minquiers, et les Mollusques *Phasianella pullus* et *Helcion pellucidus*.

Conclusions

On voit, par cette énumération de quelques-unes des espèces les plus abondantes, que la station de Saint-Suliac renferme une faune très riche. Je rappelle que la flore algologique est très riche également. La ressemblance avec la station de La Briantais, étudiée plus haut, est frappante. On y trouve la même succession de zones bionomiques (particulièrement facile à observer sur la maçonnerie de la balise et le rocher de La Houle qu'elle surmonte : en haut une zone peuplée de petits Cirripides (*Balanus balanoides* surtout) et de Patelles, plus bas la zone des *Balanus perforatus*, enfin celle des *Dendrodoa grossularia*. On retrouve la même richesse en Spongiaires, Anthozoaires, Mollusques, Tuniciers, qu'à La Briantais. Cette étude met donc en lumière le fait qu'en dépit de l'opinion courante, et exception faite pour de rares organismes (*Polysyncraton Lacazei*, *Morchellium argus*...) pour lesquels un doute subsiste, la plupart des espèces communes rencontrées sur le littoral peuvent supporter sans dommage des variations de salinité déjà accentuées. Cette conclusion ne fera que se développer dans la suite de l'exposé.

§ III. — Pointes de Garo et du Grouin

Préliminaires

Nous avons vu qu'à Saint-Suliac l'apport d'eau douce de la Rance-rivière se fait déjà nettement sentir : nous avons quitté le milieu franchement marin. Bien entendu, les différences avec le milieu marin ne feront que s'accentuer à mesure que nous remonterons la Rance, et nous

devons nous attendre à voir la faune se modifier parallèlement. Disons tout de suite qu'au delà de Port-Saint-Jean la faune est assez uniforme, mais qu'entre Saint-Suliac et Port-Saint-Jean des différences profondes se manifestent. Il est indiqué d'étudier des points situés entre ces deux stations, pour chercher des intermédiaires dans les changements de la faune et de ses conditions de vie. C'est pourquoi je donne ici quelques renseignements sur les pointes de Garo et du Grouin, qui se font vis-à-vis à mi-distance de Saint-Suliac et de Port-Saint-Jean.

Le milieu physique

La pointe de Garo, dont l'axe est formé par un magnifique filon de quartz donnant lieu à exploitation, se termine de façon abrupte sur la grève. Dans la zone des marées le rocher n'est dégagé qu'aux niveaux élevés et plonge dans des dépôts meubles semés de pierrailles (dépôts sableux vers le haut, sablo-vaseux vers le bas). Cette disposition laisse deviner que les courants de marées ne font sentir leur force que lorsque la mer n'est pas trop basse.. Dès le début de la marée descendante le courant ayant longé l'anse de Garo vient courir contre la pointe du même nom dont il balaye le flanc sud, où existe même une grotte (ou plutôt une fente horizontale) vers la côte + 6 m. 50. Puis il perd sa force. Le courant de flot est sans force à cet endroit.

Les rochers de la pointe du Grouins ont presque entièrement ensevelis par une grève meuble en pente plus douce que celle de Garo. Suivant les endroits, cette grève est sableuse, sablo-vaseuse, vaseuse. Le faciès rocheux aux niveaux élevés, est surtout représenté par de gros blocs éboulés de la falaise, et, aux niveaux bas, par des têtes de roches émergeant des dépôts meubles. Sur ces têtes de roches ou à leur contact, existent quelques cuvettes.

Par les grandes basses mers, les grèves de Garo et du Grouin se rejoignent presque, le chenal qui subsiste est très étroit et sa profondeur ne dépasse pas — 0 m. 80.

On voit qu'à Garo-Le Grouin, l'habitat n'est pas comparable à celui de Saint-Suliac, où les niveaux supérieurs étaient vaseux et les niveaux bas rocheux : ici les rochers ne présentent quelque ampleur qu'aux niveaux élevés de Garo.

J'ai procédé sommairement, et seulement pendant la belle saison, à quelques mesures des *qualités de l'eau.*

Le 23 juillet 1926, pointe du Grouin (niveau de la marée basse : 2 m. 35) :

Marée descendante	3 m. 30	Salinité	34
		pH	8,1
Marée montante	7 m. 40	Salinité	32,7
		pH	8,1

Le 26 juillet 1926, pointe de Garo (niveau de la marée basse : 1 m. 10 ; température de l'air à ce moment : 22°) :

Cale Saint-Père			Pointe de Garo		
Marée basse, à 14 h. 40	Température	18°5	Fin de la marée descendante, 14 h. 25, niveau 1 m. 50	Température	19°
	Salinité	35		Salinité	33,4
	pH	8,1		pH	8,1
			Marée basse, à 15 h.	Salinité	31,8
				pH	8,1

Le 5 septembre 1927, pointe de Garo (marée basse à 18 h. 30, niveau : 3 m. 90) :

Cale Saint-Père			Saint-Suliac			Pointe de Garo		
A 14 h.	Température .	17°5	A 14 h. Niveau : 8 m. 50	Température .	19°	14 h. 30 Niveau : 8 m.	Température	19°2
	Pouvoir réd...	12		Pouvoir réd. .	15,5		Salinité	35,3
				pH	8,1		Pouvoir réd.	14
							pH	8,1
A 16 h.	Température .	17°5	A 14 h. Niveau : 5 m. 30	Température.	18°8	A 16 h. Niveau : 6 m. 50	Température	19°2
	Pouvoir réd...	13		Salinité	35,3		Salinité	34,7
				Pouvoir réd. .	13		Pouvoir réd..	16
				pH	8,1		pH	8,1

On voit que, même pendant la période d'été, des dessalures se manifestent, alors qu'à Saint-Suliac la salinité demeure normale. Le pouvoir réducteur est assez élevé, sans doute en raison de l'importance des vases. Le pH est absolument normal, les écarts de température ne sont guère plus accentués qu'à Saint-Suliac. J'ajouterai que l'eau est un peu trouble, sauf à marée haute.

Les organismes

Il est inutile que j'énumère tous les organismes rencontrés à Garo-Le Grouin. Je ne parlerai que de ceux qui appellent des remarques particulières, et surtout de ceux qui ont ici leur limite de répartition dans la Rance. Il faut entendre par là, simplement, que jusqu'ici je n'ai pas récolté ces espèces au delà de Garo-Le Grouin. Je m'attends bien à ce que ces « limites de répartition » soient modifiées dans la suite. Voici ces espèces.

Lichina pygmaea (Lichen). — Sur le flanc sud, très balayé, de la pointe de Garo. Il n'y est vraisemblablement pas soumis à de fortes dessalures, en raison de l'altitude où on le trouve.

Grantia compressa (Spongiaire). — Assez chétif, dans la grotte de Garo, avec les *Dendrodoa*.

Cereus pedunculatus (Anthozoaire). — Grève du Grouin, abondant là où la vase contient des pierrailles.

Amphitrite gracilis (Annélide). — Grève du Grouin, sous les pierres.

Cancer pagurus (Crustacé). — Grève du Grouin. Individus de petite taille.

Oncidiella celtica (Pulmoné). — Individus nombreux et de grande taille, grotte de Garo.

Ocinebra erinaceus (Prosobranche). — Grève du Grouin, à la base des têtes de rochers qui émergent du sable vaseux.

Littorina neritoides (Prosobranche). — Flanc sud de Garo, dans les *Lichina pygmaea*.

Haliotis tuberculata (Prosobranche). — Un pêcheur digne de foi m'a affirmé que cette espèce se trouve parfois sur les pierres du chenal, aux très basses mers, mais n'atteint pas de grandes tailles.

Patella intermedia (Prosobranche). — Grotte de Garo, individus appartenant à la variété *Taslei*.

Patella depressa (Prosobranche). — Grotte de Garo. Forme type.

Acanthochites discrepans (Amphineure). — Grotte de Garo, abondant.

Lasaea rubra (Pélécypode). — Flanc sud de Garo, dans les *Lichina pygmaea*.

Dendrodoa grossularia (Tunicier). — Grotte de Garo, abondants.

Hippocampus antiquorum (Poisson). — N'est pas rare au Grouin (je l'y ai vu pêcher) et s'y reproduit (un mâle portait 200 petits).

Il me reste à faire quelques remarques. L'Algue Floridée *Catenella opuntia* forme une bande de végétation bien fournie sur les rochers du flanc sud de Garo, à un niveau élevé : la zone qu'elle occupe chevauche sur celles des *Pelvetia canaliculata* et celle des *Lichina pygmaea*. En de nombreuses localités de la Rance cette zone à *Catenella* est très visible. Sur le littoral je ne l'ai jamais vue aussi bien développée. Son existence constitue la seule particularité importante qui puisse être notée, en ce qui concerne des zones de végétation dans la Rance.

Le Bryozoaire *Alcyonidium polyoum* envahit les Fucacées des niveaux bas, à Garo. Cette espèce n'atteint un grand développement que dans les estuaires. A Saint-Suliac elle était beaucoup moins abondante, à Port-Saint-Jean nous verrons qu'elle l'est beaucoup plus.

Un autre Bryozoaire existant en abondance dans les estuaires, *Bowerbankia imbricata*, montrera un grand développement à Port-Saint-Jean : il est utile de noter qu'à Garo-Le Grouin il ne présente encore aucun développement notable, malgré l'existence de parois rocheuses surplombantes qui lui conviendraient parfaitement.

CHAPITRE IV

3e Région de la Rance : Port Saint-Jean - Port Saint-Hubert

A. — LE MILIEU PHYSIQUE

§ I. — Description et renseignements généraux Substratum, mouvements de l'eau

Distance de Saint-Malo : 14 kilomètres.

Retard de la marée : très variable. Après des observations assez nombreuses, je puis citer comme fréquents les retards suivants :

Marée haute	Morte eau	10 minutes
	Vive eau	15 —
Marée basse.....	Morte eau.....	20 minutes
	Vive eau	45 —

Entre deux dilatations particulièrement spacieuses, au nord celle de Garo — La Souhaitier, profonde de plus de 2 kilomètres, au sud celle de Plouer — Les Bas-Champs, profonde de plus de 3 kilomètres, la Rance présente un étranglement qui réduit sa largeur à 200 mètres. C'est un véritable défilé, une coupure entre deux hautes falaises, celle de Port-Saint-Jean sur la rive droite, celle de Port-Saint-Hubert sur la rive gauche (fig. 5). La grande masse d'eau qui emplit à chaque marée montante l'anse de Plouer — Bas-Champs et l'extrémité de la Rance maritime, et qui s'évacue à chaque marée descendante, possède nécessairement une bonne vitesse dans le passage de Port-Saint-Jean : les *courants*, en vive eau, atteignent souvent 4 nœuds (7 km. 400 à l'heure), et parfois 5 nœuds (9 km. à l'heure) au milieu du chenal. Le long des berges la vitesse varie beaucoup d'un point à l'autre, en surface comme en profondeur, selon la configuration locale. Nous y reviendrons lorsqu'il sera nécessaire.

La conséquence de cette vitesse, assez élevée, que possèdent les courants à Port-Saint-Jean, c'est que le lit, déblayé par eux, garde sa profondeur : tandis que les dépôts meubles ont envahi les anses de Garo et de Plouer — Bas-Champs jusqu'à des niveaux assez élevés (plusieurs mètres au-dessus du zéro), à Port-Saint-Jean la *zone intercotidale* est représentée dans toute sa hauteur, et même au delà, puisque les deux berges tombent en pente rapide dans une fosse atteignant — 5 m. 30 (voir la carte). C'est le dernier point de la Rance où nous puissions étudier la totalité de la zone intercotidale.

Les différents *faciès* y sont représentés. La vase dans les points situés en retrait des courants. Le sable vaseux, puis le sable, aux points déjà mieux balayés. La roche aux points directement léchés par les courants rapides, qui arrivent en divers endroits à la dénuder de son manteau de Fucacées.

Or les points les mieux exposés aux courants sont les flancs orientés au Sud-Est, des falaises de Port-Saint-Jean et Port-Saint-Hubert (points B et D sur la carte), car les eaux venant de l'amont se déversent par deux chenaux dont chacun frappe l'un de ces flancs dressés en travers de la Rance. L'un de ces courants, venant du S.-O. (Plouer), fait sentir sa force (au point D), surtout au début de la marée descendante : c'est donc aux niveaux élevés que le faciès rocheux est bien dégagé en D. En plus des rochers, il y a là une maçonnerie orientée S.-O.-N.-E. (dont je parlerai sous le nom de *muraille de Port-Saint-Hubert*), formant môle pour un port minuscule

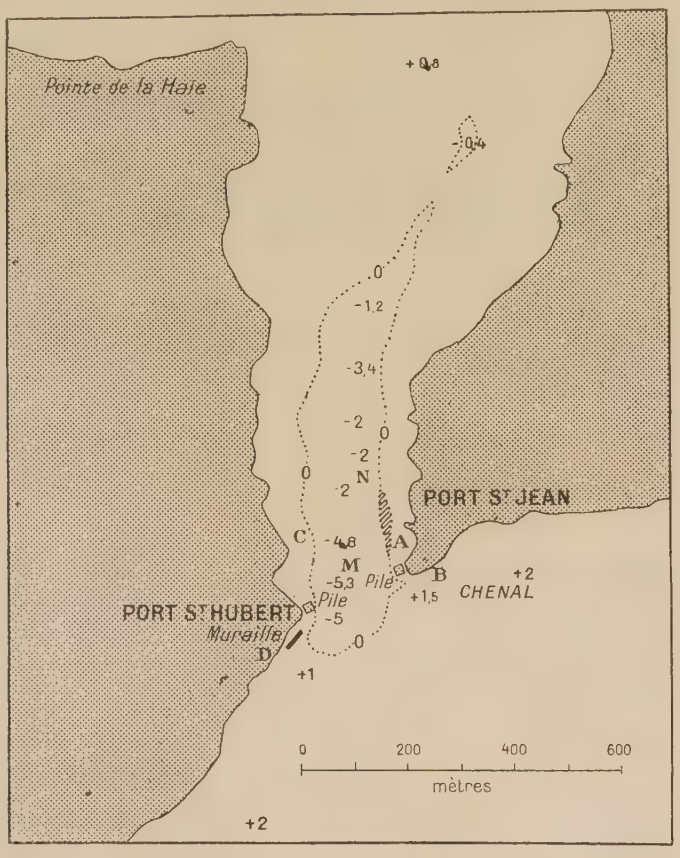


Fig. 5. — Le défilé de Port Saint-Jean - Port Saint-Hubert
(La partie couverte de hachures représente le banc des Sabelles)

suspendu à flanc de coteau. Aux niveaux plus bas, la berge est meuble. L'autre courant, au contraire, celui qui lèche le flanc sud de Port-Saint-Jean, et qui vient du S.-E. (les Bas-Champs), n'acquiert sa force que vers la fin de la marée descendante. Il en résulte qu'au point B ce sont les régions élevées des berges qui sont meubles (vaseuses, avec pourtant d'assez nombreuses têtes de rochers), et que le faciès rocheux, cette fois, se trouve aux niveaux bas. Il y est représenté, désormais, par un amoncellement de quartiers de roches disposés par les équipes qui construisent le pont suspendu de Port-Saint-Jean à Port-Saint-Hubert. A son extrémité ouest (à l'entrée du défilé), cet amoncellement descend jusqu'au zéro et au delà ; plus à l'Est, le fond du chenal se relève rapidement, à 1 m. 50 et 2 mètres. Pendant toute la durée de la marée basse l'eau continue de s'écouler par ce chenal, avec une vitesse assez régulière.

Le faciès rocheux est également représenté par les deux piles du pont suspendu actuellement en cours d'achèvement (la base de ces piles était construite depuis un grand nombre d'années déjà, jusqu'au delà du niveau des plus hautes mers). Ces piles accentuent encore l'étranglement. Mais elles mettent à l'abri des courants trop violents les berges du défilé situées plus au Nord, et qui se trouvent en retrait par rapport à elles. Ces berges (A et C) ne sont léchées, le plus souvent, que par des courants de retour. De sorte qu'elles sont formées essentiellement de dépôts meubles (sable légèrement vaseux), percés par d'assez nombreuses têtes de roches et parsemés de pierrailles.

Je m'étendrai assez longuement sur la station de Port-Saint-Jean-Port-Saint-Hubert, pour des raisons diverses : nous verrons que la faune y est encore assez riche aux niveaux bas, et comme c'est la dernière station où les niveaux bas soient représentés, c'est elle qui nous fournira les meilleurs renseignements sur la vie de certains organismes dans une eau profondément modifiée. De plus, il se trouve que la muraille de Port-Saint-Hubert et les piles du pont sont très favorables à certaines mesures sur les altitudes atteintes par divers organismes (voir le chapitre II, III^{e} partie). Les chiffres par lesquels j'exprimerai ces altitudes, ainsi que ceux qui figurent dans les tableaux des pages suivantes, et qui désignent les niveaux où ont été prélevés les échantillons à analyser, ont un sens particulier que je dois définir ici.

La marche du phénomène de la marée, à Port-Saint-Jean, n'est pas absolument superposable à ce qu'elle est au marégraphe de Saint-Servan. En dehors des particularités dont j'ai déjà parlé, le retard de son horaire et le fait que la marée baissante est ralentie par les difficultés de l'écoulement (particularités dont il est assez facile de tenir compte, en dépit d'une certaine variabilité), il en existe une autre : *l'amplitude de l'oscillation est un peu plus élevée ici qu'à Saint-Servan.* Tout au fond de la Rance, à l'écluse du Châtelier, la différence atteint + 50 centimètres pour les pleines mers des grandes marées. A Port-Saint-Jean elle est certainement moindre, mais déjà existante. Elle m'est inconnue. Comment, dès lors, puis-je exprimer par un chiffre l'altitude qu'atteint tel organisme en tel point ? Voici la méthode, assez laborieuse d'ailleurs. Je prends un repère topographique au niveau qui m'intéresse. Je lui attribue, au jugé, une altitude approximative par rapport aux niveaux remarquables de la marée. C'est-à-dire que je note, par exemple, qu'il est vraisemblable que le niveau d'une pleine mer de morte-eau approcherait le repère en question (dans la pratique la plupart des repères considérés se trouvaient dans la zone des marées hautes, de la morte-eau à la vive-eau). J'attends une journée de morte-eau. J'envoie un observateur à Saint-Malo, lire sur les échelles du port le niveau atteint effectivement par la marée haute (les chiffres de l'annuaire, même rectifiés d'après la pression barométrique, ne suffiraient pas). De mon côté je me rends à Port-Saint-Jean. Je mesure avec un mètre la faible distance qui sépare verticalement le niveau atteint par la marée haute à Port-Saint-Jean, et le point repéré. Je désigne le niveau de la marée haute par le chiffre lu à Saint-Malo, auquel j'ajoute la distance qui le séparait de mon repère. Si cette dernière distance est trop forte, je recommence par une marée un peu plus forte, atteignant le repère.

Ainsi « le niveau de 9 m. 30 » veut dire « le niveau où se trouve la mer lorsqu'elle atteint 9 m. 30 à Saint-Malo ».

Il va sans dire que, pour un grand nombre de niveaux qui ne m'ont intéressé que pour la récolte d'un échantillon d'eau, je ne me suis pas donné la peine d'opérer avec cette rigueur et me suis contenté d'une approximation parfois assez grossière (erreurs pouvant atteindre 0 m. 75 aux niveaux moyens). Mais la signification des chiffres, sinon leur exactitude, est la même que dans le cas précédent.

Lorsqu'il s'agit de niveaux se trouvant dans la zone des marées basses, la méthode n'est plus applicable, faute d'une échelle convenable à Saint-Malo. Je me contente alors de me servir de

l'annuaire, et la détermination des niveaux n'est que très approximative, étant données les irrégularités qui se produisent à Port-Saint-Jean. Mais, sous ces réserves, la signification des chiffres est la même.

§ II. — Composition de l'eau

1° La salinité

La mesure de salinité effectuée par Hamel qui, en 1924, a donné le chiffre de 24,44 à marée basse, indique que l'eau subit à Port-Saint-Jean de fortes dessalures, et il y a tout lieu de les supposer supérieures à celles qui se manifestent à Saint-Suliac et Garo. J'ai cherché, par un grand nombre de mesures, à préciser le régime de la salinité, selon le niveau, l'importance de la marée, la saison, etc. Les résultats sont rangés par ordre de niveau dans le tableau suivant.

Nos	Niveau	Salinité	Date	Importance de la marée	Lieu de prise
1	12 m. 10	34,3	27/7/27	12 m. 10	Point B.
2	11 m. 60	34,7	27/7/26	1 m. 10	— M.
3	11 m. 15	35,3	27/7/27	11 m. 15	— M.
4	11 m.	28,9	18/8/27	1 m. 80	— D.
5	9 m. 10	35	18/8/26	9 m. 10	Pile de Port-Saint-Jean.
6	8 m. 90	35	18/8/26	3 m. 90	Point A.
7	8 m. 80	15,4	12/4/28	4 m. 15	— M.
8	7 m. 10	34,3	27/7/26	1 m. 10	— C.
9	7 m.	34,7	18/8/26	3 m. 90	— B.
10	7 m.	34,3	18/8/26	3 m. 90	— A.
11	6 m. 50	32,7	18/8/26	9 m. 10	— B.
12	6 m. 40	33,7	18/8/26	9 m. 10	— A.
13	5 m. 60	30,8	18/4/27	1 m. 40	Pile de Port- Saint-Jean.
14	5 m. 50	17	24/3/28	13 m.	Point A.
15	5 m. 15	32,6	18/8/26	9 m. 10	— B.
16	5 m.	32,4	18/8/26	9 m. 10	— A.
17	4 m. 95	14,3	11/4/27	4 m. 10	Pile de Port-Saint-Jean.
18	4 m. 90	15,1	22/3/28	12 m. 55	Point C.
19	4 m. 90	17,3	22/3/28	12 m. 55	— A.
20	4 m. 60	15,1	11/4/27	4 m. 10	— N.
21	4 m. 30	32,4	27/7/26	1 m. 10	— B.
22	4 m. 30	15,1	22/3/28	12 m. 55	— C.
23	4 m. 20	31,4	23/7/26	0 m. 70	— A.
24	4 m. 15	13,5	11/4/27	4 m. 15	— M.
25	4 m. 15	14,3	11/4/27	4 m. 15	Pile de Port-Saint-Hubert
26	4 m.	15,4	24/3/28	13 m.	Point A.
27	4 m.	21,5	6/4/27	1 m. 50	— M.
28	4 m.	30,8	6/4/27	1 m. 50	— A.

Nos	Niveau	Salinité	Date	Importance de la marée	Lieu de prise
29	3 m. 90	32,4	18/8/26	3 m. 90 (1)	Point B.
30	3 m. 90	32,4	18/8/26	3 m. 90 (1)	— A.
31	3 m. 90	32,4	18/8/26	3 m. 90 (2)	— B.
32	3 m. 90	32,1	18/8/26	3 m. 90 (2)	— A.
33	3 m. 50	33,7	26/8/26	0 m. 60	— A.
34	3 m. 20	15,1	22/3/28	12 m. 55	— C.
35	3 m.	15,4	16/4/27	10 m. 90	Pile de Port-Saint-Jean.
36	3 m.	30,2	26/8/26	12 m. 70	Pile de Port-Saint-Jean.
37	2 m. 20	27,6	27/7/26	1 m. 10	Point B.
38	2 m.	22,8	2/4/26	1 m. 80	— A.
39	1 m. 95	28,2	31/7/27	1 m. 95	— M.
40	1 m. 95	31,1	31/7/27	1 m. 95	— A.
41	1 m. 90	10,3	18-4-27	11 m. 50	Point B.
42	1 m. 85	20,2	18/4/27	1 m. 40	Pile de Port-Saint-Jean.
43	1 m. 80	19,6	20/1/27	1 m. 80	Point A.
44	1 m. 75	28,2	28/9/27	11 m. 60	— B.
45	1 m. 70	18	22/3/28	12 m. 55	— C.
46	1 m. 70	30,2	28/9/27	1 m. 70	— C.
47	1 m. 70	29,8	16/8/27	1 m.	— B.
48	1 m. 65	11,2	6/4/27	1 m. 55	— N.
49	1 m. 60	31,5	26/8/26	0 m. 60	— A.
50	1 m. 60	24,1	27/7/26	12 m. 40	— A.
51	1 m. 55	9,9	6/4/27	1 m. 55	— M.
52	1 m. 50	29,8	19/9/27	0 m. 55	— B.
53	1 m. 45	18,9	6/4/27	1 m. 45	— M.
54	1 m. 45	4,5	8/2/28	1 m. 45	— A.
55	1 m. 40	27,3	27/7/26	12 m. 40	— B.
56	1 m. 20	29,8	14/9/27	0 m. 55	Point B.
57	1 m. 10	27	27/7/26	1 m. 10	— B.
58	1 m.	18,3	24/3/28	13 m.	— B.
59	1 m.	28,6	16/8/27	1 m.	— M.
60	0 m. 75	19,3	24/3/28	0 m. 40	— B.
61	0 m. 60	30,2	26/8/26	0 m. 60	Banc des Sabelles.
62	0 m. 55	17,7	22/3/28	12 m. 55	Point C.
63	0 m. 50	32,4	24/9/26	0 m. 50	— A.
64	0 m. 50	14,8	24/3/28	13 m.	— A.
65	0 m. 40	16,7	24/3/28	0 m. 40	— A.

(1) Basse mer du matin.
(2) Basse mer du soir.

Le plus apparent des résultats que donne ce tableau est le suivant : la salinité de surface est extrêmement variable à Port-Saint-Jean. En effet, des chiffres indiquant une salure sensiblement normale, y voisinent partout avec des chiffres indiquant une dessalure très prononcée.

La dessalure varie quelque peu avec le niveau. A marée haute, la salure est, le plus souvent, voisine de la normale (nos 1, 2, 3, 5, 6, etc.), capable cependant de subir des abaissements plus ou moins accentués (nos 4, 7). A marée basse, la salure marque le plus souvent une diminution très sensible, mais peut aussi conserver des valeurs élevées (nos 27 à 32, 35, 49, 45, 48, 60, 62).

Les résultats diffèrent beaucoup dans le cours de l'année. A ce point de vue on peut les exprimer ainsi qu'il suit. Dans la belle saison, les diminutions de la salure, à peu près nulles à marée haute, sont déjà très sensibles à marée basse, et leur ampleur, beaucoup plus forte qu'à Garo-Le Grouin, est à peu près comparable à celle des dessalures qui se manifestent à Saint-Suliac pendant la mauvaise saison : elle atteint facilement 1/5 ou 1/4 (nos 37, 39, 44, 55, 57, 59), et jusqu'à 1/3 (no 50) de la salinité totale. En dehors de la période d'été, elle s'accentue et peut atteindre très fréquemment 1/2, même aux niveaux élevés (nos 7, 14, 17, 19, 20, 22, 24, 25, 26, 34, 35, 62, 64, 65), parfois 2/3 (nos 41, 48, 51), et même une mesure (no 54), effectuée en février 1928, a donné 6 parties d'eau douce contre 1 seule d'eau de mer (1). Ce jour-là, à Saint-Servan, au même moment, la salinité était de 33,1, c'est-à-dire tout à fait normale pour cette saison. Cet exemple confirme ce que nous avons dit plus haut : bien que Saint-Servan se trouve sur la Rance, l'influence de l'eau douce y est absolument insignifiante.

A un même moment, la salinité peut différer d'un point à un autre de la station. Les dessalures sont souvent plus accentuées au milieu du chenal que sur les berges du défilé : comparer à ce point de vue les mesures nos 24 et 25, 27 et 28 (6 gr. de différence), 39 et 40. Elle peut différer également d'un point à l'autre des berges (nos 9 et 10 ; 11 et 12 ; et surtout 17 et 18).

Il en résulte qu'on ne peut parler de la dessalure subie par tel organisme, que si l'échantillon d'eau a été prélevé *sur la berge même*, au contact *de l'organisme étudié*. C'est toujours ainsi que j'ai procédé (2).

Ici comme à Saint-Suliac, on peut se demander si les dessalures observées n'affectent que la surface de l'eau, et n'atteignent alors les organismes qu'au moment où la marée passe par leur niveau. A ce point de vue je puis d'abord faire une remarque. J'ai dit que le chenal qui lèche la berge B est parcouru pendant toute la durée de la marée basse par un courant à niveau sensiblement invariable. Ce courant lèche quantité d'organismes qui demeurent donc longtemps dans de l'eau très dessalée. C'est dans ces conditions qu'a été obtenu en particuller, le chiffre de 10,3 (no 41), qui est la salinité la plus basse que j'aie observée par moi-même pour un certain nombre d'espèces. Mais ceci n'empêche pas qu'il faille procéder à des mesures de la *salinité en profondeur*. En voici quelques-unes.

Le 11 avril 1927, la salinité étant de 14,3 en surface à + 4 m. 15, n'est encore que de 21,8 sur la berge au niveau du zéro et de 30,8 à 5 mètres au-dessous du zéro (donc à 9 m. sous la surface).

Le 18 avril 1927, à une salinité de 30,8 en surface (+ 5 m. 50), correspond, sur la berge, à 1 m. 60 au-dessus du zéro, une salinité de 31,5.

---

(1) Cette prise d'eau a été effectuée, au moment et à l'emplacement que je lui avais désignés, par le chef du personnel du laboratoire, en qui on peut avoir toute confiance.

(2) Sauf dans un cas : la salinité la plus faible (4,5) a été celle d'un échantillon prélevé par un aide, ainsi que je l'ai dit (note précédente). Connaissant exactement le point de prise, j'ai cru pouvoir y noter dans la suite (un mois après) les organismes fixés en ce point, et admettre que ceux qui étaient manifestement âgés de plus d'un mois, avaient subi la dessalure en question. Je n'exprimerai ces résultats qu'avec les réserves voulues.

Le 31 juillet 1927, sur la berge, on a 31,1 en surface (+ 1 m. 95) et 32,4 à 7 mètres plus bas (— 5 m.).

On voit que l'augmentation de la salinité en profondeur, très forte évidemment, est cependant progressive, et qu'il serait tout à fait inexact de dire que, sous une faible épaisseur, on retrouve de l'eau à salure normale.

C'est ce que confirment encore les mesures suivantes, faites cette fois au milieu du chenal, le 6 avril 1927

En surface (+ 4 m.)	21,5
A — 1 mètre (5 m. sous la surface)	23,4
A — 5 mètres (9 m. sous la surface)	25,7

2° La température

Les mesures de température sont groupées dans le tableau suivant.

Nos	Niveau	Température eau	Air au même moment	Cale St-Père *id.*	Date	Importance de la marée	Lieu de prise Observations
1	12 m.	17°	19°5		27/7/26	1 m. 10	Point B.
2	11 m. 60	17°5			27/7/26	1 m. 10	— M.
3	10 m. 30	20°			23/7/26	11 m.	— C.
4	9 m. 10	20°5	24°5		18/8/26	9 m. 10	Pile de Port-Saint-Jean.
5	8 m. 90	20°5	24°5		18/8/26	3 m. 90	Point A.
6	7 m.	20°5	22°5		18/8/26	3 m. 90	— A.
7	6 m. 30	18°		16°	14/9/27	0 m. 55	— D.
8	5 m. 60	17°	14°	17°	18/8/27	1 m. 80	— M.
9	5 m. 30	18°	19°	17°	16/8/27	1 m.	— A.
10	5 m. 15	20°	20°		18/8/26	9 m. 10	— B.
11	5 m.	20°	20°		18/8/28	9 m. 10	— A.
12	4 m. 20	20°			23/7/26	0 m. 70	— A.
13	3 m. 90	20°			18/8/26	3 m. 90	— A, basse mer du matin.
14	3 m. 90	20°5	19°		18/8/26	3 m. 90	— A, basse mer du soir.
15	2 m. 20	23°			27/7/26	1 m. 10	— B.
16	2 m.	18°	19°	17°	16/8/27	1 m.	— M.
17	1 m. 45	7°		6°5	8/2/28	1 m. 45	— A.
18	1 m. 40	22°5			27/7/26	12 m. 40	— B.
19	1 m. 30	18°5		17°	16/8/27	1 m.	— M.
20	1 m. 20	16°5		17°	14/9/27	0 m. 55	— B.
21	0 m. 75	8°5	10°	10°	24/3/28	0 m. 40	— C.

Elles montrent que la température conserve à Port-Saint-Jean des valeurs normales, en hiver (nos 17, 21) comme en été (voir en particulier nos 4, 5 6). Les écarts notés entre Port-Saint-Jean et Saint-Servan ne dépassent pas 2°. Ces faits s'expliquent sans doute par l'existence d'une réserve d'eau profonde (fosse de — 5 m.) tempérant les variations de la surface, et par le renouvellement actif de l'eau de surface du fait de l'amplitude extrême des marées dans notre région.

3° La teneur en oxygène dissous

N.	Niveau	Importance de la marée	Lieu	Date	Heure	Oxygène	Comparaison avec d'autres mesures		
							Heure	Oxygène	Lieu
1	12 m.	1 m.	M	15/9/27	10 h. 20	11 mg. 4	9 h. 15	12 mg. 1	Saint-Servan.
2	9 m. 50	1 m.	M	15/9/27	12 h.	12 mg. 4	18 h.	11 mg. 9	Saint-Servan.
3	8 m. 80	4 m. 15	M	12/4/28	12 h. 30	11 mg. 1	13 h.	10 mg. 1	Cancaval.
4	8 m.	8 m. 95	M	12/4/28	9 h. 40	10 mg.	9 h.	9 mg. 8	Dinard.
5	6 m.	1 m.	M	15/9/27	13 h. 40	11 mg. 1	9 h. 15	12 mg. 1	Saint-Servan.
6	2 m. 75	1 m.	M	15/9/27	15 h.	11 mg. 1	18 h.	11 mg. 9	Saint-Servan.
7	1 m. 75	11 m. 60	B	28/9/27		13 mg.		12 mg.	St-Servan, 24 h. avant.

Ces quelques mesures semblent indiquer qu'en dépit de l'absence complète d' « aération » de l'eau par la vague, et de la grande richesse de l'eau en matières organiques dissoutes et en vase suspendue, que nous allons constater dans un instant, la quantité d'oxygène dissous ne marque nulle diminution à Port-Saint-Jean : on peut la considérer comme tout à fait normale.

4° Pouvoir réducteur

Nos	Niveau	Date	Importance de la marée	Pouvoir réducteur	Lieu	Comparaison avec la cale St-Père
1	11 m. 15	27/7/27	11 m. 15	13	M	
2	11 m.	18/8/27	1 m. 80	10	D	
3	8 m. 25	14/4/28	8 m. 25	16	Pile Port-Saint-Jean	13,5
4	6 m. 30	14/9/27	0 m. 55	12	D	10,5
5	2 m.	16/8/28	12 m. 10	27	B	15,5
6	1 m. 70	16/8/27	1 m.	20	B	10
7	1 m. 60	16/8/28	12 m. 10	20,5	A	15,5
8	1 m.	16/8/27	1 m.	20	M	10
9	0 m. 55	14/9/27	0 m. 55	17		10,5

Ces mesures montrent une augmentation considérable du pouvoir réducteur à marée basse. Aux niveaux très élevés les teneurs indiquées sont normales ; mais nous verrons au chapitre VI (dragages en Rance), que sous cette eau à pouvoir réducteur normal, on peut trouver, en profondeur, une teneur restant très élevée.

Cette augmentation du pouvoir réducteur s'explique probablement par l'abondance des vases que les courants de flot et de jusant lèchent dans les anses de Garo-La Souhaitier et de Plouer-Bas-Champs avant de passer dans le défilé (voir p. 53, l'influence des vases sur le pouvoir réducteur). De plus, l'eau de la Rance canalisée est, nous le verrons, extrêmement réductrice, et cette eau, arrivant en abondance pendant la mauvaise saison, contribue certainement à augmenter le pouvoir réducteur à ce moment : l'échantillon n° 3 ne contenait que 15 grammes de sels pour mille. Les Algues sont trop peu abondantes pour contribuer de façon appréciable à augmenter le pouvoir réducteur ; d'ailleurs elles manquent presque complètement aux niveaux bas où les augmentations sont les plus marquées. Quant aux Zostères, elles sont inexistantes. Enfin on pourrait se demander si les animaux fixés, extrêmement nombreux aux niveaux bas, n'agissent pas sur le pouvoir réducteur par leurs substances de déchet. Mais le pouvoir réducteur est très élevé dès le point B où l'eau arrive directement des régions presque azoïques d'aval, et en M où l'eau qui arrive n'a léché aucune berge ni à Port-Saint-Jean ni à Port-Saint-Hubert. Tous ces résultats parlent dans le même sens.

5° Les matières en suspension

L'eau est presque toujours trouble. Déjà à des niveaux assez élevés le trouble apparaît à marée descendante. Aux niveaux bas il devient considérable, surtout le long des berges où l'eau est tout à fait opaque. Les matières en suspension sont composées d'une certaine quantité de sable (notamment au point A) et surtout de vase (qui est prépondérante au point B). Voici les quelques observations, plus ou moins précises, qui ont donné lieu de ma part à des notes écrites.

Niveau	Date	Importance de la marée	Lieu	Observations	Cendres par litre
6 m. 50	18/8/26	9 m. 10	B	Eau trouble.	
1 m. 95	31/7/27	1 m. 95	A	Eau très trouble.	2.154 mg.
1 m. 95	31/7/27	1 m. 95	M	Eau légèrement trouble.	93 mg.
1 m. 70	16/8/27	1 m.	B	Eau très trouble.	
1 m. 20	14/9/27	0 m. 55	B	Eau très trouble.	2.090 mg.
1 m.	16/8/27	1 m.	M	Eau trouble.	

Pour préciser l'importance de ces matières suspendues, comparer avec les chiffres trouvés à Saint-Servan *en été* (p. 27).

Ces abondantes matières suspendues proviennent en partie des anses vaseuses situées de part et d'autre de Port-Saint-Jean. De plus, l'eau qui lèche les berges s'enrichit au contact des dépôts meubles où les pierres sont à demi ensevelies.

6° La concentration en ions hydrogéne

Nos	Niveau	pH	Date	Importance de la marée	Lieu de prise Observations
1	12 m.	8,10	27/7/26	1 m. 10	Point B.
2	11 m.	8,05	18/8/27	1 m. 80	— D.
3	9 m. 10	8,40	18/8/26	9 m. 10	Pile de Port Saint-Jean, au niveau des *Fucus* abondants.
4	8 m. 90	8,10	18/8/26	3 m. 90	Point A.
5	8 m. 80	8,10	12/4/28	4 m. 15	— M.
6	8 m. 50	8,30	18/8/26	3 m. 90	— B, au voisinage des *Ascophyllum.*
7	8 m. 50	8,40	18/8/26	3 m. 90	Point B, courant tourbillonnant devant les *Ascophyllum.*
8	7 m.	8,10	27/7/26	1 m. 10	Point C.
7	6 m. 30	8,10	14/9/27	0 m. 55	— D.
10	5 m. 60	8,10	18/8/27	1 m. 80	— M.
11	5 m. 30	8,10	16/8/27	1 m.	— A.
12	5 m. 15	8,15	18/8/26	9 m. 10	— B.
13	5 m.	8,20	18/8/26	9 m. 10	— A.
14	4 m. 30	8,10	27/7/26	1 m. 10	— B.
15	4 m. 20	8,10	23/7/26	0 m. 70	— A.
16	3 m. 90	8,10	18/8/26	3 m. 90	— B.
17	3 m. 90	8,10	18/8/26	3 m. 90	— A.
18	2 m. 20	7,95	27/7/26	1 m. 10	— B.
19	2 m.	8,05	2/4/26	1 m. 80	— A. } A Saint-Servan
20	2 m.	8,10	2/4/26	1 m. 80	— M. } pH 8,05.
21	1 m. 75	7,90	28/9/27	11 m. 60	— B.
22	1 m. 60	8	27/7/26	12 m. 40	— A.
23	1 m. 40	7,90	27/7/26	12 m. 40	— B.
24	1 m. 30	8,10	16/8/27	1 m.	— M.
25	1 m. 20	7,80	14/9/27	0 m. 55	— B.

On voit par ces mesures, que le pH est un peu plus variable à Port-Saint-Jean que sur le littoral. Une certaine augmentation peut se manifester aux niveaux élevés, et paraît pouvoir être mise en rapport ,dans la plupart des cas où elle s'est manifestée, avec la présence de Fucacées nombreuses avoisinant le point étudié ; mais chaque fois que des mesures ont été faites sur berge rocheuse léchée directement par le courant, elles ont donné un pH tout à fait normal aux niveaux élevés ou moyens. Par contre, aux niveaux bas, une légère diminution s'observe fréquemment (1). Comme nous verrons que les niveaux bas sont très richement garnis d'animaux fixés, on pourrait

(1) Il ne s'agit pas d'une diminution apparente résultant simplement d'une diminution de l'erreur de sels ; toutes les mesures ont été corrigées en tenant compte de la dessalure.

penser que c'est leur respiration qui provoque une diminution du pH, de même que l'assimilation des Algues provoquait une augmentation aux niveaux élevés. Mais, contrairement aux Algues, les animaux ne sont abondants que sur des parois léchées par un courant assez rapide, dans lequel des modifications n'auraient certainement pas le temps de se créer. D'autre part, la mesure d'oxygène (nº 7) faite à la berge, en un point où le pH (nº 21) n'était que de 7,9, montre une teneur plutôt forte (13 mg.) s'opposant à l'hypothèse ci-dessus. Enfin j'ai pris plusieurs fois le pH de l'eau *avant* qu'elle n'arrive sur les berges richement peuplées de Port-Saint-Jean (dans le chenal arrivant en B, et qui amène l'eau de régions presque azoïques), et les mêmes diminutions se constatent dans ces conditions. Il est beaucoup plus probable que la diminution du pH résulte, comme l'augmentation du pouvoir réducteur, de l'abondance des vases que l'eau doit lécher avant d'arriver à Port-Saint-Jean, puisque nous avons vu (p. 54) que le pH des vases est faible.

§ III. — Résumé

Les stations que nous avions étudiées précédemment dans la Rance se distinguaient chacune par des modifications n'affectant qu'une seule qualité du milieu ambiant : la région de Cancaval-La Briantais ne se distinguait du littoral que par l'absence de vagues ; la région de Saint-Suliac ne se distinguait de La Briantais que par l'apparition de la dessalure (et par conséquent du littoral par deux modifications : absence de vagues, dessalure). A partir de Port-Saint-Jean-Port-Saint-Hubert les choses cessent d'être aussi bien sériées. En effet, trois grosses différences se manifestent à la fois, entre Port-Saint-Jean et Saint-Suliac : 1º La dessalure y est beaucoup plus accentuée. 2e Il apparaît une très forte augmentation du pouvoir réducteur. 3º L'eau devient très trouble. Il faut mentionner en outre que le pH devient légèrement variable (la température et la teneur en oxygène restent normales). Il en résulte que nous ne saurons pas toujours à quelle cause attribuer les différences que nous montreront les études de la faune et de la flore. Mais la station de Port-Saint-Jean-Port-Saint-Hubert n'en est pas moins des plus intéressantes, car on y voit coexister des conditions de substratum absolument normales, comparables à celles de n'importe quelle station purement marine (rochers propres existant dans toute la hauteur de la zone des marées, et souvent dépourvus d'Algues), et les profondes modifications de l'eau dont je viens de parler. On peut prévoir dès lors ce que j'établirai dans les pages suivantes : beaucoup d'espèces pourront se fixer ici, grâce à l'existence de leur substratum et de leur niveau favoris et d'un courant suffisamment fort pour jouer le même rôle que les vagues sur le littoral, et il nous sera loisible d'étudier leur résistance aux diverses modifications de l'eau ; d'autres espèces manqueront en dépit de conditions normales de substratum, de niveau et de courant, et nous pourrons attribuer leur absence, avec quelque vraisemblance, aux modifications de l'eau. Je crois qu'il est bien peu de stations, sur nos côtes ou sur d'autres, qui présentent de tels avantages (1) ; ou, s'il en est, je n'ai pas connaissance que les naturalistes en aient tiré parti.

B. — LES ORGANISMES

Je ne connais, comme travaux donnant quelques renseignements sur la faune et la flore de Port-Saint-Jean, que celui de Joubin, qui indique la présence de *Cardium edule*, *Scrobicularia piperata*, et de coquilles d'Huîtres provenant de l'ancien banc du Néril ; et le travail de Hamel,

(1) Ils sont dus surtout à la topographie de la Rance, mais aussi, on s'en rend compte, à l'amplitude exceptionnelle des marées dans notre région.

qui indique qu'à Port-Saint-Jean « les Fucus sont toujours bien développés et on trouve des *Porphyra*, des *Callithamnion*, *Gracilaria confervoides* ». Voici mes observations personnelles.

Il faut distinguer entre le peuplement des niveaux élevés et celui des niveaux bas.

Le peuplement des parois rocheuses aux niveaux élevés reste à peu près identique à ce que nous connaissons partout ailleurs. On y trouve la succession normale des Lichens (sauf *Lichina pygmæa*), Gastéropodes, Cirripèdes, Moules, *Actinia equina*, etc., aux points les mieux balayés par les courants (muraille de Port-Saint-Hubert et rochers voisins). Aux endroits moyennement balayés (piles du pont), ces organismes sont moins nombreux, tandis que les Fucacées se développent. Partout ailleurs, les rochers, aux niveaux élevés, sont souvent un peu envasés, couverts d'Algues, mais pauvres en animaux. Aux niveaux moyens, ces rochers envasés se signalent par une grande abondance de Bryozoaires (*Bowerbankia imbricata*, puis, plus bas, *Alcyonidium polyoum*), et d'Hydraires (*Dynamena pumila*).

Aux niveaux bas, sur le substratum rocheux comme sur le faciès meuble, le peuplement offre un aspect vraiment étrange. Tout un ensemble de particularités lui donne une physionomie que je n'ai jamais vue en aucun autre point.

En ce qui concerne le faciès meuble, on voit émerger, aux très basses mers, une banquette de sable vaseux, située dans le défilé sous Port-Saint-Jean, et qui présente un hérissement extravagant de baguettes verticales : elles ne sont autres que des tubes de Sabelles. Ces tubes très développés, émergent de 10 à 15 centimètres, par paquets serrés. Pour donner une idée de leur abondance, je mentionnerai qu'on en compte couramment 20 à 30 par décimètre carré, souvent 50, parfois 60. En bien des points, chacun est engaîné dans un manchon formé par un Bryozoaire gélatineux (*Alcyonidium polyoum* et *Alcyonidium parasiticum*, espèce nouvelle pour la faune française) ou une Eponge. Sur la même banquette, entre les paquets de tubes de Sabelles, les Nasses sont innombrables, atteignant à une densité de population que je n'ai vue nulle part ailleurs.

Le faciès rocheux aux niveaux bas (0 à 2 m.) est surtout représenté, je l'ai dit, par les blocs anguleux qui se trouvent à la base du flanc sud de Port-Saint-Jean (B), en bordure du chenal dont j'ai parlé, et jusque sous la pile de Port-Saint-Jean où ils descendent jusqu'au zéro. Ces blocs sont dépourvus d'Algues, et portent un revêtement luxuriant d'animaux divers, dont la plupart, et notamment les Cirripèdes et les Eponges, sont magnifiquement développés. Cette faune a un aspect assez changeant, et j'ai vu plusieurs espèces envahir ces rochers une certaine année, jusqu'à couvrir des pans de roche d'un véritable manteau, puis s'éclipser complètement. Beaucoup d'espèces se trouvent là par « massifs » juxtaposés. Massifs d'énormes Cirripèdes (*Balanus perforatus* et aussi *crenatus*), qui sont en somme l'élément le plus constant ; massifs d'Eponges (*Halicondria panicea* ; *Hymeniacidon caruncula*, anormalement développées, qui sous la pile de Port-Saint-Jean envahissent tout et poussent vers le haut des rameaux de 4 à 8 centimètres de haut, et, sur la banquette des Sabelles, forment des masses hémisphériques de 15 centimètres de diamètre ; massifs de Tuniciers divers ; semis d'Anémones très variées, les unes de belle taille, les autres, telles que la petite *Sagartia luciæ* (espèce nouvelle pour la faune française), peu visibles au premier abord, mais piquetant tous les interstices disponibles.

Disons enfin un mot sur un faciès un peu intermédiaire, si l'on veut, entre les dépôts meubles et le faciès rocheux. J'ai dit que les grèves A et C étaient formées de dépôts meubles souvent farcis de petites pierrailles. En certains points le courant arrive à supprimer les débris meubles, laissant apparaître de petits amas de pierrailles. Il n'a cependant pas la force d'entraîner ces dernières, que les vagues, bien entendu, ne viennent pas déranger non plus. Sur ces pierrailles divers organismes de roche (Mollusques, Cirripèdes...) peuvent alors s'attacher, ce qui n'a rien

que de normal. Mais, en outre, on rencontre, blottis dans les interstices des pierrailles ou même carrément en surface, divers organismes ordinairement fouisseurs (*Cardium*, *Tapes*...), et qui, ici, n'ont pas le moindre dépôt meuble à leur disposition. J'ai même rencontré un *Cardium* adulte sur lequel s'insérait un *Halicondria* de 3 centimètres de haut, ce qui fournissait la preuve qu'il ne s'était pas enfoui depuis longtemps.

Enumérons maintenant les diverses espèces composant la faune dont je viens de donner les caractéristiques générales. Toutes présentent une certaine abondance, car je ne me suis nullement attaché à découvrir les espèces rares. Il en reste certainement beaucoup à trouver dans l'avenir. La liste suivante est donnée dans l'ordre de la systématique. En ce qui concerne la succession précise des niveaux, on trouvera certains renseignements au chapitre II de la troisième partie (p. 139 à 141).

Un astérique indique les espèces les plus abondantes. A l'exception de *Littorina rudis*, *Patella conica* et *Chthamalus stellatus*, toutes les espèces citées sont bien représentées aux niveaux très bas (0 à 2 ou 3 m.), qui sont ceux où règnent les dessalures très accentuées, le pouvoir réducteur élevé, l'eau très trouble, le pH diminué.

Spongiaires

**Halicondria panicea.* — Cette espèce forme aux pierres des revêtements épais (à la face supérieure principalement), surtout dans les points où le courant est violent (niveaux très bas sous la pile de Port-Saint-Jean).

**Hymeniacidon caruncula* possède également une forme dressée aux points balayés. Est plus largement distribuée que l'espèce précédente, et arrive à donner aux niveaux inférieurs, particulièrement sur la grève C, une teinte orange visible de loin ; revêt aussi les bases des piles du pont.

**Reniera sp.* — Sur les pierres. Forme très rameuse, de coloration pâle, rose chair. Abondante surtout sur l'extrémité ouest de la grève B, où le courant est rapide.

Hydraires

Podocoryne carnea. — Sur des coquilles habitées par des Pagures, grève A.

**Obelaria gelatinosa.* — Sur le flanc des pierres, principalement au sud de la pile de Port-Saint-Jean.

Gonothyræa Loveni. — Sur les Fucus.

**Dynamena pumila* garnit les Fucus et Ascophyllum. Peu abondant aux niveaux bas, surabondant un peu plus haut, au point B notamment.

Sertularia operculata. — Enraciné dans les interstices des pierrailles de la grève C, se dresse de place en place.

Thuiaria argentea. — Assez abondant sous la pile de Port-Saint-Jean.

Aglaophenia pluma. — De même.

Anthozoaires

Metridium dianthus. — Groupes observés en septembre 1927, bien développés, mais assez localisés, sur le flanc de quelques pierres à l'extrémité ouest de la grève B.

Calliactis effœta. — Fixé aux pierres, assez fréquent partout, grèves A, B, C.

**Sagartia luciæ* — C'est une des espèces les plus abondantes aux niveaux bas, où elle vit collée dans les interstices des pierres du flanc B et dans le test des Balanes mortes.

**Aiptasia Couchi.* — Au même point, également sous le flanc des pierres ; en outre, se trouve à la surface des grèves A et C.

**Anemonia sulcata.* — S'étalant partout à la surface des pierres et des grèves sablo-pierreuses (il n'y a pas de cuvettes dans cette localité).

**Actinia equina.* — Comme la précédente, mais remonte à des niveaux beaucoup plus élevés On la trouve même en abondance, fixée sur la maçonnerie verticale de Port-Saint-Hubert.

Tealia felina. — Fixée à des pierres recouvertes de dépôts meubles, dans lesquels elle disparaît à demi. Points A, B, C.

Echinodermes

Asterina gibbosa. — Un peu partout, sur les pierres et surtout sur les dépôts meubles.

Bryozoaires

**Bugula plumosa.* — Sur les blocs aux très basses mers (0 m. 60), sous la pile de Port-Saint-Jean et au sud de cette pile.

**Lepralia pallasiana.* — Très abondant sur tout les rochers aux niveaux bas.

Crisia denticulata. — Peu abondant, point B.

**Alcyonidium parasiticum.* — Forme manchon aux Sabelles, ainsi que je l'ai dit plus haut.

**Alcyonidium polyoum.* — Sur tous les supports possibles : pierres, Algues, tubes de Sabelles, test des Balanes, etc. C'est une des espèces les plus abondantes de toute la faune, en A, B, C.

Alcyonidium mytili. — Peu abondant, dans les jointures d'une cale se trouvant à l'est du point B.

Vesicularia spinosa. — Abondant au point B, niveaux bas.

**Bowerbankia imbricata.* — Sur tous les supports possibles. De préférence sur les faces latérales et surplombantes des blocs. Forme un revêtement serré sur la face est de la pile de Port-Saint-Hubert, concurremment avec *Hymeniacidon*.

Valkeria uva. — Parmi les Clavelines.

Polychètes

Nephtys Hombergii. — Dans le sable vaseux, grève A.

Lumbriconereis impatiens. — De même.

**Lanice conchilega.* — Sur toutes les grèves sablo-vaseuses, et particulièrement abondant sur le banc des Sabelles.

**Sabella pavonina.* — Partout en abondance : dans les anfractuosités des rives rocheuses et surtout dans le sable vaseux (voir p. 90).

Potamoceros triqueter. — Abondant au point B, sous les blocs et également sur les blocs.

**Spirorbis sp.* — Abondant partout.

**Mercierella enigmatica.* — De cette espèce très intéressante, dont la Rance constitue la quatrième station connue, je parlerai longuement dans la dernière partie. Elle est abondante à Port-Saint-Jean aux niveaux bas de la zone intercotidale, surtout au point B. Elle se trouve de préférence à la face inférieure des pierres, mais aussi à la face supérieure. Ces particularités

doivent être notées, car jusqu'ici cette espèce n'avait été trouvée qu'en des canaux ou docks où elle était immergée en permanence.

Mollusques

Eolis papillosa. — Variété orange, en C.

**Nassa reticulata.* — Grèves A et C ; surtout sur le banc des Sabelles, en nombre énorme.

Murex aciculatus. — Peu abondant, en A.

**Purpura lapillus.* — Très abondant sur tous les rochers et pierrailles, A, B, C et D. Individus de grande taille.

**Littorina littorea.* — Très abondant sur tous les rochers, jusqu'aux niveaux les plus bas.

**Littorina rudis.* — Seulement aux niveaux élevés. Abondant surtout en D (muraille de Port-Saint-Hubert et rochers voisins).

Littorina obtusata. — Peu abondant, en B.

Peringia ulvæ. — De même.

**Gibbula umbilicalis.* — Très abondant sur les rochers et les pierrailles, partout.

Gibbula cineraria. — Peu abondant, en C.

**Trochocochlea lineata.* — Très abondant en D aux niveaux élevés (muraille et rochers voisins), se trouve fréquemment aussi jusqu'aux niveaux les plus bas, en C.

**Patella vulgata.* — Très abondante sur tous les rochers et pierrailles aux niveaux élevés et moyens, se raréfie quelque peu aux niveaux bas. On trouve surtout une forme à stries fines et nombreuses, appartenant souvent à la var. de couleur *secernenda.* La var. *communis* est également représentée, quoique peu fréquente. La *Patella conica* est abondante aux niveaux élevés en D.

Chiton cinereus. — Sous et sur pierrailles, en C.

Anomia ephippium. — Collée aux rochers en B, peu abondante.

Mytilus edulis var. *galloprovincialis.* — Généralement extrêmement communes, d'autres fois assez rares. Je n'ai pu jusqu'ici établir de rapport entre ces variations et les cycles des saisons, de la salinité, etc.

**Cardium edule.* — Sur les grèves A et G. Voir page 91.

Tapes pullastra. — De même. Surtout au point C.

Tapes aureus. — De même, plus abondant que l'espèce précédente sur les pierrailles.

Crustacés

Chthamalus stellatus. — Abondant aux niveaux élevés sur la muraille de Port-Saint-Hubert, fait à peu près défaut en tous les autres points de la station.

**Balanus balanoides.* — Très abondant partout, prospère surtout aux niveaux bas (pile de Port-Saint-Jean, points A et B) où les individus sont de belle taille : 8 à 10 millim. de diamètre.

**Balanus perforatus.* — Extrêmement abondant en tous les points aux niveaux bas, sur les blocs et sur les moindres pierrailles des grèves. L'espèce présente dans la station étudiée une prospérité des plus marquées, presqu'anormale, tant en ce qui concerne le nombre des individus de toute taille, que la taille de certains individus.

**Balanus crenatus.* — Encore plus que la précédente, cette espèce atteint ici à une prospérité que je ne lui connais en aucun point du littoral. Elle forme un revêtement serré à la face inférieure ou surplombante des pierres, ce qui est assez normal (et se présente notamment à

La Briantais; cependant les individus y sont beaucoup plus petits qu'ici) ; mais en outre elle envahit aussi les faces latérales des pierres, où elle concurrence l'espèce précédente, et existe aussi en abondance aux faces supérieures, particulièrement du point B à la pile de Port-Saint-Jean.

**Balanus improvisus.* — Cette espèce, qui ne possède sur le littoral qu'un développement des plus modestes, se comporte ici comme l'espèce précédente. Elle est cependant un peu moins abondante, particulièrement à la face supérieure des pierres; elle y existe néanmoins fréquemment. Il est donc inexact que l'immersion permanente soit indispensable à cette espèce, comme le pensaient PRENANT et TEISSIER. Sa distribution est à peu près superposable à celle de *Mercierella enigmatica.*

Pilumnus hirtellus. — Sous les pierres, en C.

Porcellana longicornis. — De même.

Pagurus bernhardus. — Sur la grève A.

TUNICIERS

Molgula manhatiensis forme *socialis.* — Assez abondant sur les pierrailles de la grève C aux points les mieux exposés au courant.

Circinalium concrescens. — Très belles colonies sur les faces latérales des blocs, de B à la pile de Port-Saint-Jean.

Botryllus violaceus. — De ci de là sur les Algues et les rochers, grève A.

Ascidiella aspersa. — Un peu partout, à la face inférieure des pierres et aussi bien à la face supérieure.

**Clavelina lepadiformis.* — En été et en automne 1926 et 1928, les faces latérales et surtout surplombantes des blocs de la grève B, aux niveaux bas, portaient des poignées de Clavelines innombrables et superbement développées. En 1927, elles étaient introuvables.

POISSONS

Entelurus æquorus, qu'on peut considérer comme une forme assez sédentaire, est abondant sous les amas de pierrailles en C.

La liste des espèces trouvées à Port-Saint-Jean est, on le voit, déjà assez longue. Ainsi que je l'ai dit plus haut, les recherches ultérieures l'augmenteront certainement beaucoup. On peut cependant dès maintenant (à titre provisoire) opposer à cette liste des formes présentes, une *liste des formes absentes* : je me limiterai dans cette liste aux formes que j'ai recherchées spécialement et constamment, et pour lesquelles existait à Port-Saint-Jean le substratum voulu au niveau voulu, ce qui permet d'attribuer leur absence, avec quelque vraisemblance, aux modifications que présente l'eau à Port-Saint-Jean. Je me limite d'ailleurs aux formes qui, dans les conditions normales, sont très abondantes : ceci afin d'éliminer dans une certaine mesure le facteur « hasard » qui pourrait jouer un rôle important dans une station de peu d'étendue comme Port-Saint-Jean-Port-Saint-Hubert.

Liste des formes absentes

Algues. — Je n'ai pas donné de liste d'Algues présentes, et nous en restons aux trois formes mentionnées par Hamel en plus des Fucacées courantes (et qui sont les trois *Fucus* ordinaires, plus la *Pelvetia*). Je n'aurais à y ajouter que *Rhodymenia palmata* dont j'ai trouvé quelques pieds en été (point C). Toutes les autres formes courantes signalées par exemple à Saint-Suliac par Hamel, paraissent faire défaut ici. Pour un grand nombre, cette absence est due simplement au fait qu'il n'y a pas de cuvettes à Port-Saint-Jean. Mais beaucoup d'autres sembleraient au premier abord pouvoir y trouver les conditions voulues. C'est ainsi que j'ai noté l'absence, malgré des conditions favorables de substratum et de courants, des *Laminaria flexicaulis* et *saccharina*, des *Codium tomentosum* et *bursa*, et des Mélobésies.

Spongiaires. — *Mycale similaris, Raspailia hispida.*

Annélides. — *Amphitrite gracilis.*

Mollusques. — *Ocinebra erinaceus, Cypræa arctica, Calliostoma conuloides, Haliotis tuberculata, Patella vulgata major, Patella depressa*, enfin *Patella intermedia* qui rencontrerait des conditions en apparence excellentes sur la muraille de Port-Saint-Hubert.

Tuniciers. — *Dendrodoa grossularia, Didemnum aspersum-maculosum.* Les *Amaroucium* peuvent peut-être également figurer dans cette liste.

Résumé

La station de Port-Saint-Jean, en dépit des modifications profondes de l'eau et notamment des dessalures accentuées qui l'affectent, présente relativement peu de caractères d' « estuaires » au point de vue bionomique. Les formes d'eau saumâtre n'y constituent qu'une infime partie du peuplement, et on ne peut guère citer à ce point de vue, en dehors du *Palæmonetes varians* qui peut se trouver dans le courant (1), que *Mercierella enigmatica*, considérée comme spéciale aux eaux saumâtres (encore verrons-nous bientôt qu'il y a lieu de tempérer cette opinion). Le « caractère d'estuaire » le plus net consiste dans le développement anormal que certains Bryozoaires, *Alcyonidium* et *Bowerbankia*, et l'hydraire *Obelaria gelatinosa*, présentent ici comme dans les estuaires de la région de Roscoff (Penzé).

Au contraire, la très grande majorité de la population est formée par des espèces franchement marines. Parmi celles que j'ai observées, il n'en est pas qui soient moins bien développées ici que sur le littoral. Une partie d'entre elles se présente exactement avec les mêmes caractères d'abondance et de répartition que sur le littoral : c'est ainsi que le faciès rocheux à découvert, aux points où il est bien balayé par les courants, porte la plupart des espèces banales (Cirripèdes, Mollusques, Anthozoaires...) que nous lui connaissons sur le littoral. Les autres espèces présentent un développement et une abondance beaucoup plus accentuées que sur le littoral, ce qui donne à la faune un aspect très spécial. C'est le cas des Eponges, des Sabelles, des *Balanus perforatus, crenatus, improvisus*, des *Nasses*, des *Clavelina* lorsqu'elles existent. Enfin, deux espèces qui jusqu'ici n'avaient probablement pas été trouvées en France, sont très abondantes à Port-Saint-Jean.

(1) En compagnie de *Palemon squilla*.

Il n'empêche que diverses formes banales du littoral paraissent manquer à Port-Saint-Jean : beaucoup d'Algues, des Eponges, Mollusques, et surtout *Dendrodoa grossularia* qui jouait un rôle essentiel dans le peuplement des autres stations de la Rance.

Tous ces caractères, aussi bien ceux (positifs ou négatifs) qui permettent des comparaisons étroites avec le littoral ou d'autres estuaires, que ceux qui sont particuliers à cette station très particulière, nous apporteront divers éclaircissements dans les questions que nous aborderons dans la partie suivante, concernant le rôle des divers facteurs de répartition des organismes.

CHAPITRE V

L'extrémité de la Rance, de Port Saint-Jean à l'écluse du Chatelier

Généralités

Au delà de Port-Saint-Jean, la Rance maritime s'étend encore sur six kilomètres de longueur avant le barrage du Chatelier qui la sépare de la Rance canalisée. Dans ce domaine la zone intercotidale cesse d'être représentée dans toute sa hauteur : le lit se relève rapidement à + 3 mètres après Port-Saint-Jean, pour arriver à approcher la cote + 7 mètres vers Le Chatelier. Le lit n'assèche cependant pas complètement, car l'eau provenant de la Rance canalisée y coule pendant toute la durée de la marée basse.

On trouve d'abord, après Port-Saint-Jean, la grande dilatation, s'étendant à perte de vue, de Plouer-Les Bas-Champs. Sa limite sud est marquée par une pointe s'avançant de la rive ouest de la Rance : la pointe du Chêne-Vert, ou pointe Plumasson. Au-delà, la Rance devient un estuaire étroit et sinueux, aux berges sensiblement parallèles et distantes de100 à 300 mètres seulement. (fig. 6). Des moulins à marées, dont nous reparlerons plus loin, se présentent fréquemment sur les berges, aussi bien dans la partie dilatée que dans la partie étroite et sinueuse.

Tous les genres de *substratum* sont représentés. La vase surtout, très développée dans l'anse de Plouer-Bas-Champs, et qui s'accumule aussi en maints endroits entre Le Chêne-Vert et Le Chatelier. La vase sableuse ou le sable vaseux forment des plages, par exemple le long de la rive ouest depuis Port-Saint-Hubert jusqu'à la cale de Plouer, et aussi devant Mordreux et La Moignerie. Le sable forme des bancs émergeant à marée basse dans la région de Plouer-Les Bas-Champs ; de plus, le lit du chenal est formé de sable fuyant, vers Rochefort notamment. Des pierrailles se rencontrent sur les grèves de sable vaseux. Enfin le *rocher* se rencontre, très peu dans la partie large, plus fréquemment, cela se conçoit, dans la partie rétrécie ; la plupart du temps, on ne trouve que des têtes de roches émergeant de la vase ; cependant, aux points où le courant est plus accentué, des masses rocheuses d'une certaine importance, généralement abruptes, se dégagent sur tout ou partie de la hauteur de la berge. Elles portent cependant toujours de la vase sur toutes les surfaces horizontales ou peu inclinées, et n'en sont à peu près débarassées que sur les parois verticales ou surplombantes.

Appartiennent à ce faciès rocheux : le flanc sud de la pointe du Chêne-Vert, qui, orienté d'Ouest en Est, reçoit en plein le courant de jusant qui l'aborde du Sud au Nord ; la berge, orientée également d'Ouest en Est, qui, depuis le point marqué A sur la carte jusqu'à Rochefort, reçoit également par le travers le courant descendant du Sud au Nord et passant sous le viaduc de La Hisse. Appartiennent également au faciès rocheux, la levée de pierre (1), élevée du Chatelier à La Hisse, qui limite le chenal navigable (cette levée est submergée à marée haute), et enfin les cales de maçonnerie de Plouer et de Mordreux.

C'est surtout le faciès rocheux que j'ai étudié dans ces quelques localités.

(1) Figurée sur la carte sous forme d'un arc de cercle

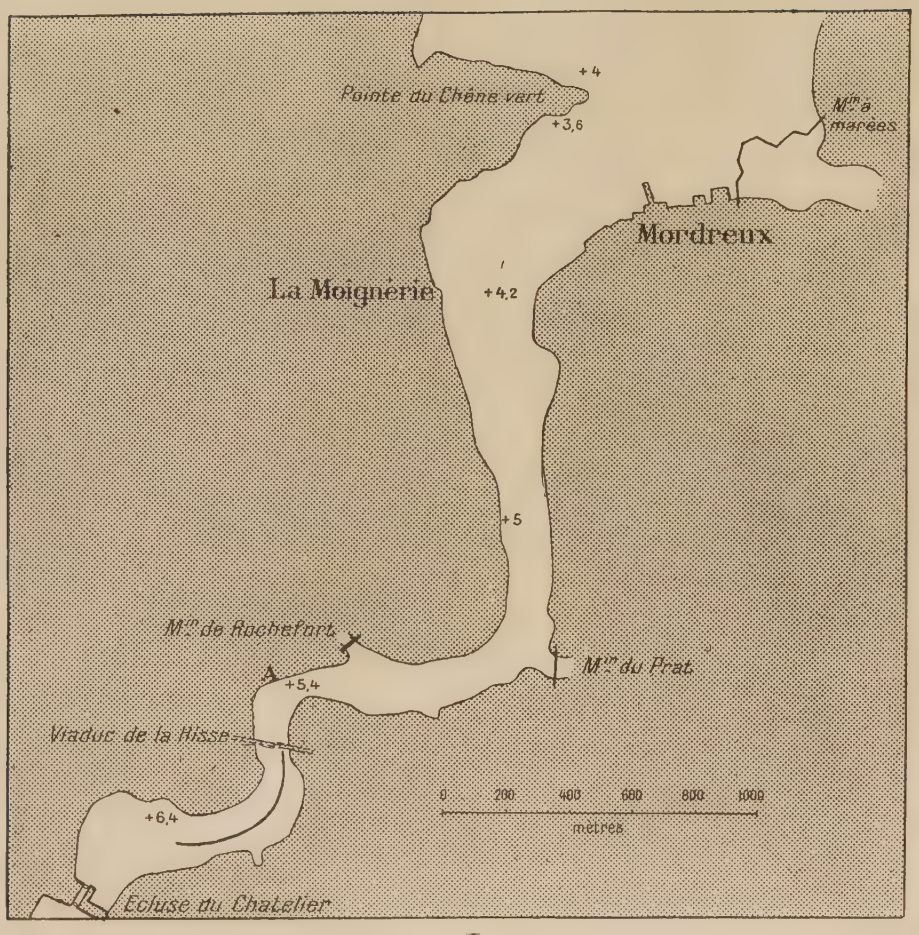


Fig. 6. — La Rance du Chêne vert au Chatelier

Région de Mordreux — Le Chêne-Vert La Moignerie

Qualités de l'eau

A partir d'ici je renonce à calculer le niveau précis où ont été faites les prises d'eau. La marche des marées subit des irrégularités trop accentuées (les variations de débit de la rivière font sentir leur influence dans ce chenal très étroit) pour que cela puisse avoir quelque signification. J'indiquerai simplement l'heure à laquelle ont été faites les prises et l'heure approximative de la haute mer (il n'y a pas d'heure de basse mer, puisque les niveaux bas ne sont pas représentés).

Heure	Localité	Salinité	pH	Oxygène	Comparaison avec des mesures d'oxygène faites en d'autres localités
Le 8 avril 1926. Marée haute à 14 h. 50 environ, niveau 9 m. 65.					
15 h. 30	Mordreux	17,7	8 à 8,1		
17 h. 20	Mordreux	10,6	8 à 8,1		
18 h. 45	La Moignerie	14,3	7,95 à 8,05		
Le 9 avril 1926, marée haute à 3 h. 30 environ, niveau 10 m. 40.					
5 h. 10	Mordreux		8 à 8,1		
6 h.	La Moignerie	10,6	7,9 à 8		
7 h. 15	La Moignerie	15,1	7,95 à 8,05		
Le 27 juillet 1926, marée haute à 8 h. 50 environ, niveau 12 m. 15.					
11 h. 20	Le Chêne-Vert	24,1	8,1		
Le 11 avril 1927, marée haute à 15 h. 40 environ, niveau 8 m. 70.					
16 h. 35	Le Chêne-Vert	15,1			
Le 12 avril 1928, marée haute à 11 h. 10 environ, niveau 8 m. 95.					
9 h. 55	Milieu du chenal			10,8	Dinard, 9 h. : 9,8
12 h. 15	Milieu du chenal	3,2	7,9 à 8,1	11,4	Cancaval, 13 h. : 10,1

On voit que la *salinité* est susceptible de s'abaisser beaucoup plus qu'à Port-Saint-Jean : le 12 avril 1928, un quart d'heure après avoir trouvé une salinité de 3 gr. 2 pour mille au Chêne-Vert, je trouvais à Port-Saint-Jean 15 gr. 4. La *concentration en ions hydrogène* marque quelques abaissements, mais très légers (comparables à ceux que nous connaissons à Port-Saint-Jean à marée basse, et, comme eux, attribuables aux vases) : elle demeure voisine de la normale. J'avais pensé *à priori* qu'on pourrait observer en cette station de sensibles variations diurnes du pH, car l'eau qui arrive à Mordreux-Le Chêne-Vert pendant la marée baissante, a parcouru un long et étroit chenal dont les sinuosités l'ont rejetée d'une berge sur l'autre, berges garnies de Fucacées très abondantes : il eût été possible que ces Fucacées arrivent à modifier le pH de l'eau, dont le volume n'est pas considérable. C'est dans ce but que j'ai fait des mesures comparatives (8 et 9 avril 1926) à la fin de l'après-midi et au lever du jour, et dans les deux cas pendant la marée descendante. Les résultats ne montrent aucune différence appréciable. La *teneur en oxygène dissous* paraît être légèrement plus forte que celle de l'eau littorale normale. Le *pouvoir réducteur*, que je n'ai pas étudié, est certainement élevé, en raison de l'abondance des vases. Enfin j'ai toujours noté que l'eau est *très trouble.*

Les organismes

Dautzenberg et Durouchoux citent à Mordreux *Leuconia bidentata* var. *alba*, espèce vivant sur le sable vaseux au-dessus du niveau supérieur des marées ordinaires, et *Lutricularia tenuis* dans la vase. Sur les plages de Mordreux et La Moignerie, j'ai trouvé sur ou dans le sable vaseux des *Nereis diversicolor*, tortillons d'Arénicoles, *Carcinus mænas*, *Palemonetes varians* dans les flaques, enfin *Cardium edule.* Sur les pierrailles que porte ce sable vaseux, j'ai trouvé aux niveaux supérieurs la *Littorina saxatilis* très abondante et présentant le plus souvent la défor-

mation scalaire ; plus bas se rencontrent *Mercierella enigmatica* et *Balanus improvisus*, de préférence à la face inférieure des pierrailles (nous sommes ici à un niveau plus élevé que ceux où l'on voit, à Port-Saint-Jean, ces espèces envahir les faces latérales et supérieures des pierres). Elles sont accompagnées par le Bryozoaire *Membranipora monostachys*, moins abondant. Passons maintenant au faciès rocheux proprement dit. La cale de Mordreux n'est revêtue que de Fucacées, *Pelvetia canaliculata*, *Fucus platycarpus*, *Ascophyllum nodosum*. La pointe du Chêne-Vert présente des escarpements rocheux s'étendant sur presque toute la hauteur qui découvre à marée basse ; les parois verticales et surplombantes de ce rocher sont assez propres en apparence, mais en regardant de près on trouve presque toujours une légère croûte de vase. On y voit la succession des zones à *Xanthoria*, à *Verrucaria* et *Lichina confinis*, puis les mêmes Fucacées que sur la cale, plus le *Fucus vesiculosus*. Comme animaux je n'ai trouvé que *Littorina saxatilis*. En avril 1926 et 1927, en juillet 1927, j'ai recherché avec soin, mais toujours en vain, les représentants de la faune banale des rochers : Patelles, petits Cirripèdes, Eponges, Actiniaires, Tuniciers. Leur présence n'eût cependant rien eu d'invraisemblable, car elles trouveraient toute la place voulue pour se développer, en divers points où le manteau de Fucacées s'interrompt, et surtout aux voûtes de diverses petites grottes qui eussent protégé de la dessication les Eponges, Actiniaires et Tuniciers.

Rochefort

J'ai étudié la berge, depuis la pointe qui se trouve devant le moulin de Rochefort, à l'Est, jusqu'au point marqué A sur la carte, à l'Ouest.

Salinité

A marée haute la salinité peut atteindre des valeurs élevées pendant la belle saison : le 12 août 1926, l'eau apportée par la marée haute (10 m. 95) dans une flaque du moulin du Prat, situé à proximité immédiate de Rochefort, donnait 35 grammes de sels pour mille. A marée basse les dessalures peuvent être très accentuées. Je les ai prises dans l'eau qui, pendant toute la durée de la marée basse, coule au même niveau, et baigne la base des rochers.

Le 8 septembre 1926, en vive-eau, après une période de beau temps, salinité 25,7 (pH 8,1).

Le 11 avril 1927, en morte-eau, après une période de pluies, salinité à 11 h. 45 : 0,32 en surface ; 0,32 à 35 centimètres de profondeur ; à 14 h. 05, l'eau refoulée par le flot, et dont le niveau a beaucoup monté, donne encore 0,32. La constance qui s'observe ici s'expliquera lorsque nous aurons étudié le domaine de la Rance canalisée.

Les organismes

Aux niveaux les plus élevés existe un talus de vase haut de 1 m. 50, couvert d'*Atriplex portulacoides*. Il est interrompu en quelques points par du rocher, qui porte alors, en dessous des *Xanthoria*, des *Lichina confinis* bien représentés, et quelques plaques d'un enduit ayant la couleurs et la consistance du *Verrucaria maura*. Puis viennent les *Pelvetia canaliculata*, *Fucus platycarpus*, puis *Ascophyllum nodosum* mêlés de *Fucus vesiculosus*, et cette dernière espèce reste seule aux niveaux bas. Enfin la base des rochers constamment immergée dans le courant, est dépourvue de Fucacées. La faune fixée n'est représentée que par de grands *Balanus crenatus*. Les Fucacées ne portent pas d'épiphytes. *Carcinus mænas* est abondant, *Nereis diversicolor* habite la vase. Dans le courant, en septembre 1926, j'ai trouvé *Pleuronectes flesus*, de très nombreux *Palemon squilla* jeunes et adultes, quelques *Crangon vulgaris*, des *Gobius minutus* var. *microps*. Des *Gerris* courent à la surface.

Région du Chatelier

J'ai examiné la levée de pierres qui va du viaduc à La Hisse jusqu'à proximité de l'écluse du Chatelier. On n'y circule pas sans danger, en raison de l'équilibre précaire des blocs. Rares sont les points où l'on puisse descendre, sur la pente plus que raide, jusqu'au niveau de l'eau à marée basse. J'en ai examiné deux, le 3 avril 1926 : l'un situé à peu près au milieu du trajet, l'autre vers l'extrémité sud-ouest à proximité du Chatelier. Le peuplement était le même en ces deux points. Je n'ai trouvé que trois espèces animales, *Membranipora monostachys* (Bryozoaire), *Mercierella enigmatica* (Annélide), *Balanus improvisus* (Cirripède). Elles sont bien visibles sous le niveau que le courant ne quitte pas, et y abondent sur les pierres, surtout les Balanes, qui arrivent souvent à confluer, comme le feraient des Chthamales ou des *Balanus balanoides* sur une roche battue. Ces espèces peuvent remonter un peu plus, mais sont alors localisées à la face inférieure des pierres. La face supérieure porte des *Fucus vesiculosus* (1). Les étages supérieurs de végétation ne se présentent pas sur cette levée, mais peuvent s'observer sur des rochers situés en face de l'écluse : on y voit, sous les *Xanthoria*, un enduit noir qui me paraît être *Verrucaria maura*, et quelques touffes de *Lichina confinis*. Les *Pelvetia canaliculata* et les *Fucus platycarpus* paraissent faire défaut. Ainsi que l'a déjà dit Hamel, il n'y a pas de *Fucus ceranoides*.

J'ai recueilli quelques documents sur les *qualités de l'eau*, prise, soit le long de la levée de pierre, soit, presque toujours, sur les rochers situés en face de l'extrémité de cette levée vers Le Chatelier.

Heure	Salinité	pH	Température	Oxygène	Pouvoir réducteur	Comparaison avec d'autres points
Le 3 avril 1926, marée haute 9 h. 30 environ, niveau 11 m. 05.						
9 h. 45	5,1	8 à 8,2	12°5			
14 h. 45	4,5	8,05 à 8,25	13°			
Le 11 avril 1927, marée haute 16 heures environ, niveau 8 m. 70.						
14 h.	0,26					
Le 18 août 1927, marée haute 11 heures environ, niveau 11 m. 35.						
11 h.	19,6	8,2 à 8,3	18°		19±2	Température à Saint-Servan : 17°.
Le 26 mars 1928, marée haute 10 heures environ, niveau 11 m. 80.						
10 h. 25	7,1					
Le 12 avril 1928, marée haute 11 h. 30 environ, niveau 8 m. 95.						
10 h. 15	0,9	7,9 à 8,1		11 mg. 8		Oxygène : Dinard, 9 h. 9 mg.8 Cancaval, 12 h.30 10 mg.1

Les diverses modifications de l'eau que nous avons vu apparaître et progresser dans les stations précédentes, s'accentuent encore ici. Aux indications données ci-dessus j'ajouterai que l'eau est toujours très trouble.

Résumé et remarques

Cette dernière partie de la Rance nous a offert des stations qui s'étendent sur des hauteurs de plus en plus restreintes, et nous limitent à l'étude de niveaux élevés. L'eau qui les baigne est

(1) Hamel les a déjà signalés sous 'écluse du Chatelier.

de plus en plus modifiée, notamment dans sa salinité, extrêmement variable, et qui dans certains cas arrive à s'annuler presque. Dans toute cette région la faune, parfois riche en individus, est d'une pauvreté manifeste en ce qui concerne le nombre des espèces. Cette constatation imposerait facilement, comme presque évidente, la conclusion bien connue qui consiste à attribuer aux variations de la salinité une influence très nocive sur la plupart des espèces qui manquent ici. Nous verrons cependant, après avoir étudié les moulins à marée de la même région, qu'il faudra faire de grandes restrictions à une conclusion de ce genre. Je dois d'ailleurs noter ceci : à la pointe du Chêne-Vert, d'après un observateur tout à fait digne de foi, M. Bazin de Jessey, qui pratique depuis de longues années la pêche sur les grèves de la Rance, se trouvait autrefois une faune assez riche et variée. Elle a cessé d'exister depuis qu'on a régularisé le lit de la Rance en amont de ce point, en édifiant la levée de pierres de La Hisse-Rochefort. Ces travaux ont détourné vers le milieu du lit le courant principal qui autrefois venait frapper directement la pointe du Chêne-Vert. Nous chercherons plus loin à élucider l'action favorisante des courants.

CHAPITRE VI

Dragages en Rance

1° Préliminaires

La répartition des organismes dans la zone intercotidale a fait l'objet d'études très poussées ayant fourni des résultats relativement précis. L'étude des fonds qui ne découvrent jamais est beaucoup moins avancée, particulièrement dans nos régions (en Méditerranée Pruvot a bien étudié la région de Banyuls). Il serait désirable d'entreprendre une étude d'ensemble. Mais pour qu'elle ait une valeur réelle, il ne faudrait pas se contenter de la drague qui ramasse les organismes au hasard et ne peut être employée sur les fonds rocheux sans risquer d'y rester accrochée. Le scaphandre serait employé chaque fois qu'il serait possible.

Un champ d'études tel que la Rance serait parmi les moins décourageants pour qui voudrait entreprendre cette tâche. Les fonds y sont variés (sable, gravier, roche), et les conditions de vie également : vagues à l'embouchure, calme plus loin ; courants de vitesse variée selon les points. Enfin des études à Saint-Suliac, et surtout dans la fosse de Port-Saint-Jean, seraient particulièrement instructives, car nous avons vu qu'en ces stations les qualités de l'eau subissent en surface des modifications (abaissement de la salinité, puis augmentation du pouvoir réducteur et de la quantité de matières en suspension), et nous allons montrer qu'en profondeur ces modifications se font sentir dans une certaine mesure.

Quelques dragages ont déjà été effectués dans la Rance. Audouin et Milne-Edwards nomment quelques formes draguées à Saint-Suliac, dont nous reproduirons la liste plus loin. Dautzenberg et Durouchoux mentionnent souvent, entre autres provenances des Mollusques récoltés par eux, les « dragages en Rance », sans plus de précision.

Je n'ai fait en aucune façon une étude d'ensemble des fonds de la Rance. Je crois cependant pouvoir donner le résultat de quelques coups de drague, à titre de documents. Je ne parlerai pas des récoltes que j'ai faites dans la région de la Rance où la composition de l'eau reste sensiblement normale (Saint-Servan, La Briantais, Cancaval, La Passagère, île Chevret, île aux Moines) : elles ne présenteraient quelque intérêt qu'à la condition d'être comparées à des récoltes effectuées sur des fonds soumis à l'action des vagues, ce que je n'ai pas fait. Par contre l'énumération des espèces récoltées à Saint-Suliac et Port-Saint-Jean aura un intérêt immédiat, celui de montrer que ces formes résistent à certaines modifications de l'eau. Encore faudra-t-il n'interpréter les résultats qu'avec prudence. Car je n'ai pu draguer qu'à la belle saison (l' « Albatros », le navire garde-pêche sur lequel j'ai effectué les dragages, ne s'est pas trouvé disponible aux moments où j'aurais pu draguer en mars-avril), tandis que c'est pendant la mauvaise saison que la salinité de l'eau est la plus variable à Saint-Suliac et Port-Saint-Jean.

2° Saint-Suliac

Le milieu physique

Devant les rochers de Saint-Suliac les fonds sont situés de 1 à 3 mètres au-dessous du zéro. La drague remonte un certain nombre de pierrailles et de vieilles coquilles d'huître servant de support à divers organismes. En été, la salinité étant normale en surface, ainsi que nous l'avons dit, l'est à plus forte raison au fond.

18 juillet 1927, à marée haute. Salinité. { En surface..... 35,3 ; Au fond 35,3

A la mauvaise saison, des variations de la salinité ont été mises en évidence à la surface : il en existe également sur le fond.

16 avril 1927. Mesures effectuées à marée descendante (niveau de la marée haute : 11 m. 30 ; de la marée basse : 1 m. 95).

1° La mer étant au niveau +8 m. 30. { Salinité en surface ... 34,7 ; Au fond, —3 mètres.. 34,7

2° La mer étant au niveau +1 m. 95. { Salinité en surface ... 27,6 ; Au fond, —3 mètres.. 27,9

Les organismes

Audouin et Milne-Edwards (p. 125) ont poussé dans la Rance jusqu'à Saint-Suliac. «En faisant draguer, nous nous sommes procuré quelques individus de l'Euphrosine myrtifère de M. Savigny, annélide qu'on croyait n'habiter que les bords de la mer Rouge, et que nous avons également rencontrée en explorant un banc d'Huîtres entre Granville et les îles Chausey. Nous y avons recueilli aussi plusieurs Vélutines, mollusque qui est encore peu connu, bien que sa coquille soit assez commune sur les côtes de la Manche ; des Anomies, un grand nombre de Calyptrées, quelques Fissurelles, le Buccin ondé, des Nasses, le Turbo mage, des Porcellanes, des Inachus, le Pisa de Gibbes, des Serpules, des Eponges, des Millepores, etc.»

A cette première liste, qui suffit à indiquer la richesse et la variété de la faune à Saint-Suliac, j'ajouterai divers noms. J'ai effectué des dragages les 3 et 27 août 1926, et le 18 juillet 1927. La plupart des espèces nommées ci-dessous, ont été récoltées dès le premier coup de drague, donné le 3 août 1926, devant le rocher de La Houle, depuis le point de cote —2 m. 30 jusqu'au point —3 m. 20, en passant par les cotes —1 mètre et —1 m. 30 (voir la carte, p. 69). Les espèces qui n'ont pas été recueillies dès ce dragage, seront accompagnées dans la liste suivante par la date de leur récolte, toujours effectuée sensiblement au même point.

Algues. — En abondance *Griffithsia secundiflora* et *Calliblepharis ciliata*. On trouve aussi *Griffithsia setacea* et *Dictyota dichotoma*.

Spongiaires. — *Halicondria panicea*, 18 juillet 1927, *Hymeniacidon caruncula*.

Hydraires. — *Halecium halecinum*, *Thuiaria argentea* 18 juillet 1927, *Plumularia sectacea*.

Bryozoaires. — *Scrupocellaria reptans* L., sur les Algues rouges ; *Flustra foliacea* L. ; *Membranipora pilosa* L., forme type et var. *dentata*, sur les Algues rouges ; *Cribrilina radiata* Moll., sur les pierrailles ; *Microporella ciliata* Pallas, sur les *Calliblepharis* ; *Microporella impressa* Audouin et *Schizoporella hyalinia* L., de même ; *Mucronella coccinea* Albigaard : forme type sur les coquilles d'Huîtres, et var. *mamillata* très abondante sur les cailloux ; *Cellepora pumicosa* L. ; *Crisia denticulata* ; *Tubulipora flabellaris* Fabr., sur les *Calliblepharis* et sur les coquilles

d'Huîtres ; *Alcyonidium gelatinosum* L. ; *Idmonea serpens* L., abondant sur les coquilles d'Huîtres ; *Diastopora obelia* Johnston, de même ; *Lichenopora hispida* Fleming, sur les Algues ; *Amathia lendigera* L. très abondant.

Annélides. — *Sabellaria spinulosa*, extrêmement abondant ; *Jasmineiria elegans*, *Apomatus similis*, extrêmement abondant ; *Spirorbis sp.* ; *Eunice Harassii* Aud. Edw.

Mollusques. — *Calyptra chinensis*, extrêmement abondant ; *Lamellaria perspicua* ; *Fissurella mamillata* ; *Acmæa virginea* ; *Lepidopleurus cancellatus* ; *Ostrea edulis* uniquement à l'état de coquilles vides (toutes les autres espèces citées dans ces listes étaient vivantes) ; *Chlamys varia* 27 août 1926.

Crustacés. — Amphipodes : *Melita gladiosa* ; *Dexamine spinosa* ; *Leucothoe spinicarpa* ; *Coremapus vesiculatus* ; *Eurystheus maculatus*. Cirripèdes : *Balanus crenatus* très abondant sur tous les supports inertes ou vivants, *Balanus improvisus* peu abondants. Brachyoures : *Stenorynchus phalangium* abondant, *Inachus dorynchus*, *Pisa Gibbsii*, *Maïa squinado*, *Pilumnus hirtellus*, *Portunus arcuatus* 18 juillet 1927. Anomoures : *Porcellana longicornis* très abondant ; *Eupagurus bernhardus* de même. Macroures : *Hyppolite varians* très abondant.

Tuniciers. — *Ascidiella aspersa* assez abondant ; *Microcosmus claudicans* ; *Dendrodoa grossularia* ; *Polycarpa gracilis* ; *Distomus variolosus* très abondant ; *Botryllus Schlosseri (violaceus)* ; *Morchellium argus* 27 août 1926.

Poissons. — *Hippocampus antiquorum* 18 juillet 1927 ; *Gobius niger* de même.

On voit qu'une faune assez variée vit sur les fonds de Saint-Suliac, en été du moins ; comme la plupart des représentants de cette faune étaient présents dès le mois de juillet, c'est-à-dire 3 mois après l'époque (avril) où de fortes dessalures ont été constatées, il est vraisemblable que beaucoup d'entre eux supportent ces dessalures.

3° Pointes du Chatelais et du Grouin

Dans le chenal très étroit et très peu profond (— 1 m. 40 au maximum) qui subsiste à marée basse au-delà de Saint-Suliac, j'ai donné deux brefs coups de drague, le 27 août 1927, l'un devant la pointe du Châtelais, l'autre devant la pointe du Grouin. Ils ne m'ont fourni qu'une très maigre récolte :

Calliblepharis ciliata (Algue) ; *Hydrallmania falcata* (Hydraire) ; *Cellepora pumiosa* L. ; *Alcyonidium gelatinosum* L. ; *Bowerbankia imbricata* (Bryozoaires) ; *Nephtys cirrosa* Ehlers (Annélide) ; *Nassa reticulata* (Mollusque) ; *Gammarus locusta*, *Eupagurus bernhardus*, *Crangon vulgaris* (Crustacés).

4° Port-Saint-Jean

Le milieu physique

La fosse de Port-Saint-Jean (voir la carte p. 80), longue de 800 mètres, large de 150, atteint en profondeur — 5 m. 30 entre les deux piliers de Port-Saint-Jean et de Port-Saint-Hubert. Le fond est formé de sable très vaseux, avec quelques pierrailles et coquilles d'Huîtres.

Les variations de *salinité* que nous avons observées en surface ont leur répercussion en profondeur.

En été, la salinité peut être normale, comme sur le littoral ou à Saint-Suliac :

27 juillet 1927 Point M	En surface, + 11 m. 15	35
	Au fond, — 5 m.	35

Mais elle peut aussi présenter de légères diminutions :

31 juillet 1927 Point M	En surface, + 1 m. 95	28,2
	Au fond, — 5 m.	32,4
16 août 1927 Point M	En surface, + 1 m.	28,6
	Au fond, — 5 m.	33,1

En avril les dessalures sont beaucoup plus accentuées :

6 avril 1927 Marée descendante	En surface, point M, + 4 m.	21,5
	Entre deux eaux, — 1 m.	23,4
	Fond, point M, — 5 m.	25,4
	Fond, point N, — 2 m.	24,7
6 avril 1927 Marée basse	Point M, surface, + 1 m. 55	9,9
	Entre deux eaux, — 2 m. 50	22,5
	Fond, — 5 m.	26,6
	Point N, surface, + 1 m. 65	11,2
	Fond, — 2 m.	26,3
11 avril 1927 Marée basse	Point M, surface, + 4 m. 10	13,5
	Fond, — 5 m.	30,8
	Point N, surface, + 4 m. 60	15,1
	Fond, — 2 m.	30,8

Le *pouvoir réducteur* est très élevé, aussi bien pendant la marée haute que pendant la marée basse :

27 juillet 1927 Point M	En surface, + 11 m. 15	13
	Au fond, — 5 m.	24
16 août 1927 Point M	En surface, + 1 m.	20
	Au fond, — 5 m.	22
	Cale Saint-Père, même moment	10

Les *matières suspendues*, très abondantes à Port-Saint-Jean au contact de la berge dans l'eau de surface, sont, nous l'avons dit, moins abondantes au milieu du chenal, en surface. En profondeur elles diminuent encore et j'ai toujours noté comme « assez transparente » l'eau ramenée du fond. Un dosage de cendres confirme ce résultat.

Le 31 juillet 1927, marée basse de vive-eau.

Eau de la berge, point A	Cendres par litre	2.154 mg.
Chenal de surface, point M	—	93 —
Eau du fond, — 5 mètres, point M	—	42 —

Il semble donc que la vase, que le courant charrie des régions voisines, passe en majeure partie au-dessus de la fosse, restant en suspension dans l'eau de surface.

La *concentration en ions hydrogène* n'a donné lieu qu'à une seule détermination, le 16 août 1927, à marée basse :

Point M, surface, + 1 m. 30	pH	8,1
Point M, fond, — 5 m.	pH	8

Un très léger abaissement se constaterait ici comme sur les berges, où nous l'avons attribué à l'action des vases.

Les organismes

La drague remonte toujours surchargée d'organismes, en particulier d'innombrables tubes de *Sabella pavonina*, accompagnés de *Nassa reticulata*, *Lanice conchilega* et *Carcinus mænas*. Il semble bien que le fond soit occupé par la suite de l'association à Sabelles et Nasses que nous avons décrite sur la berge voisine aux très basses mers (banc des Sabelles, p. 90 et carte p. 80). Mais ici, les tubes de Sabelles sont engainés par des espèces encore plus variées qu'ils ne l'étaient à la berge. Ces espèces (Eponges, Bryozoaires, Hydraires), sont tellement développées qu'elles arrivent souvent à former une sorte de pâte, mélange d'espèces cimentant les tubes de Sabelles. Il est curieux de voir la drague ramener ces véritables « formations » animales, ces larges massifs d'Eponges et de Bryozoaires lardés de tubes de Sabelles.

Un premier dragage a été effectué le 27 août 1926. Un second, le 27 juillet 1927, a été particulièrement fructueux. Il a permis de récolter les mêmes espèces que le premier, plus un certain nombre d'autres. Ces dernières seront désignées par la date de leur récolte. Celles qui ne portent pas d'indication de date ont été récoltées aux deux dragages.

Algues. — *Calliblepharis ciliata* abondant.

Spongiaires. — *Halicondria panicea* est l'espèce jouant le rôle principal dans les « formations » dont j'ai parlé plus haut ; j'ai remonté des exemplaires mesurant par exemple 15 cm. × 7 cm. *Hymeniacidon caruncula*, abondant ; *Ficulina ficus*, sur *Eupagurus cuanensis*.

Cœlentérés. — *Podocoryne carnea*, sur Pagure ; *Eudendrium ramosum*, abondant et de grande taille ; *Eudendrium insigne*, 1927, espèce vraisemblablement nouvelle pour la faune française ; *Campanularia fragilis*, 1927, même remarque que pour l'espèce précédente ; *Clytia Johnstoni*, 1927, très abondante ; *Halecium halecinum*, 1927, abondante ; *Sertularia operculata*, 1927, très abondante ; *Thuiaria argentea*, peu abondante, de grande taille ; *Hydrallmania falcata*, tout à fait abondante, en colonies atteignant 30 centimètres de long ; *Plumularia pinnata* et *echinulata*, 1927, abondant sur les tubes de Sabelles ; *Calliactis effœta*, 1927, sur un Pagure.

Echinodermes. — *Asterina gibbosa*, nombreux, de taille (33 mm.) supérieure à celle des exemplaires courants récoltés sur la côte à marée basse ; *Amphipholis squamata*.

Bryozoaires. — *Bicellaria ciliata* L., 1927, très abondant sur les pierres, les Algues, les *Stenorynchus* ; *Microporella ciliata* Pallas, 1927, colonies de petite taille sur les *Calliblepharis* ; *Microporella impressa* Audouin, 1927, abondant sur le même support ; *Schizoporella hyalina* L., 1927, de même, très abondant ; *Lepralia pallasiana*, 1927, sur les pierres, très abondant ; *Lichenopora hispida* Fleming, 1927, sur les Algues ; *Alcyonidium gelatinosum* L., une des espèces les plus abondantes et les plus volumineuses ; *Alcyonidium parasiticum*, 1927, une seule colonie, aplatie, sur *Calliblepharis* ; *Vesicularia spinosa*, très nombreuses colonies atteignant 10 centimètres de long ; *Amathia lendigera* L. ; *Bowerbankia imbricata* ; *Valkeria uva*, 1927, abondant.

Annélides. — *Lanice conchilega*, l'un des organismes les plus abondants ; *Nicolea venustula* Montagu ; *Sabella pavonina*, le plus abondant de tous les organismes remontés par la drague ; *Spirorbis sp.*, 1927 ; *Harmothœ lunnulata* Delle Chiaje ; *Leptonereis glauca* Claparède.

Mollusques. — Pontes de Seiches, extrêmement nombreuses en 1927, attachées aux tubes des Sabelles ; *Doris tuberculata* ; pontes de Doridien 1927 ; *Nassa reticulata*, l'un des organismes les plus abondants ; *Calyptra chinensis* typiques, abondants, et var. *squamulata* ; *Lamellaria perspicua* ; *Nucula nucleus*, 1927 ; coquilles d'huîtres, aucune huître vivante.

Crustacés. — *Gammarus locusta* ; *Balanus crenatus* abondant ; *Stenorynchus phalangium*, très nombreux ; *Inachus dorynchus*, couverts d'éponges, très nombreux ; *Maïa squinado* de

petite taille ; *Cancer pagurus* de même ; *Carcinus mænas* extrêmement abondant ; *Portunus arcuatus* 1927 ; *Eupagurus bernhardus* ; *Pagurus cuanensis* ; *Porcellana longicornis* nombreux ; *Crangon vulgaris* ; *Palemon squilla*, 1927.

Tuniciers. — *Microcosmus claudicans* abondant ; *Distomus variolosus*, 1927 ; *Botrylloides Leachi (rotifera)*, 1927 ; *Botryllus Schlosseri (violaceus, smaragdus, Schlosseri, bivittatus)* ; *Ascidiella aspersa* var. *cristata* de grande taille, 1927 ; *Polyclinum aurantium*, 1927 ; *Circinalium concrescens*, 1927.

Cette liste suffit à montrer que la faune que l'on peut draguer à Port-Saint-Jean est assez riche et variée. Elle comprend même trois espèces vraisemblablement nouvelles pour la faune française. Cette faune peut supporter certaines variations de salinité. Les points où la faune vivant en eau profonde est soumise à des variations de salinité, ne sont pas nombreux sur nos côtes. Dans les points où la salinité n'est pas normale en profondeur, elle est constamment abaissée dans certains cas (étangs du littoral méditerranéen, Baltique), et dans d'autres (estuaires des grands fleuves) elle est plus variable mais ses variations sont lentes et de peu d'étendue. Ici elles sont assez fortes et extrêmement rapides.

5° Remarque

Les listes précédentes renferment un certain nombre d'espèces qui (sauf erreurs de la part d'un non-spécialiste) ne se trouvent généralement pas en dragages : *Membranipora pilosa*, *Schizoporella hyalinia*, *Crisia denticulata*, *Bowerbankia imbricata*, *Doris tuberculata*, *Nephtys cirrosa*, *Harmothoë lunulata*. Je ne crois pas qu'il faille attacher à ce fait de signification particulière. Il s'explique suffisamment par le fait que j'ai pratiqué mes dragages à une profondeur (—2 à —5 m) plus faible que celle à laquelle les naturalistes opèrent le plus souvent.

3e Domaine

Canal, Moulins à Marées, Bassins à flot

Préliminaires

Les habitats que nous allons grouper maintenant ont en commun un caractère qu'ils doivent à l'intervention de l'homme : ils constituent des réservoirs où l'eau apportée par la marée est retenue pendant un temps plus ou moins long par un barrage en maçonnerie. Le canal de Dinan et les moulins à marées peuvent être considérés comme des annexes de la Rance. Au contraire, les bassins à flot ont accès sur le littoral proprement dit (Saint-Malo, Saint-Servan, Granville).

CHAPITRE PREMIER

La Rance canalisée

Le Milieu Physique

A la hauteur de La Vicomté-sur-Rance, à plus de 20 kilomètres de l'embouchure, un barrage a été établi dans l'estuaire dont nous nous occupons. Il retient les eaux de la rivière et celles qui sont apportées par la marée, qui le submerge en vive-eau. Une écluse est annexée à ce barrage, l'écluse du Chatelier ou de Livet. Les chalands qui se dirigent vers Rennes ont à parcourir cet estuaire canalisé pendant 8 kilomètres, avant de trouver une seconde écluse, située au delà de Dinan, celle de Léhon ou de La Rue-aux-Anes : là seulement s'arrête l'influence de la marée.

La profondeur du bief varie de 2 à 4 mètres. La largeur est assez considérable (200 à 600 mètres) sur la moitié du parcours, puis se réduit progressivement à celle d'un canal. Le fond est vaseux, des pierres en émergent ; la berge est meuble sur la rive droite (sauf à Dinan où existe un quai); la berge gauche est faite de blocs amoncelés, et maçonnées à proximité de l'écluse et à Dinan. Des pieux de bois émergent du lit en certains points pour indiquer le chenal.

Le flot franchit le barrage du Chatelier chaque fois que la hauteur de la marée dépasse 11 m. 20 à Saint-Malo, c'est-à-dire en moyenne pendant cinq jours à chaque période de vive-eau. Le reste du temps, l'eau de mer ainsi apportée est éliminée très progressivement par le très lent courant d'eau douce. Ces conditions font prévoir une très grande variabilité de la composition de l'eau. Nous avons déjà une idée de ces variations, en ce qui concerne la salinité, par les mesures qu'a faites Hamel en 1924 :

Amont de l'écluse du Chatelier, 14 mai	2,17
Dinan, 14 mai	1,43
Dinan, 26 septembre	15,93

« Ces deux derniers chiffres sont particulièrement intéressants ; ils montrent que la salinité de l'eau varie énormément entre l'écluse et Dinan... Les animaux et les végétaux qui habitent cette région doivent donc être capables de vivre dans une eau presque douce et dans une eau presque salée et de supporter le brusque passage de l'une à l'autre ».

J'ai effectué pour ma part diverses mesures qui sont contenues dans le tableau général suivant :

N°	Date	Lieu	Niveau	Température	Salinité	Oxygène	Pouvoir réducteur	pH	OBSERVATIONS
1	24/9/25	Le Chatelier			1,13				Le canal étant aux trois quarts vidé pour des réparations.
2	3/4/26	Le Chatelier, 10 h ..	Surface	12°5	0,96			7,9	Début d'une période de morte-eau (marée haute 11 m.).
3	id.	Mi-chemin de Dinan	Surface	12°5	0,64			7,9	id.
4	id.	Le Chatelier, 18 h..	Surface					7,9	id.
5	9/4/26	Le Chatelier	Surface		0,42			8,15	Fin d'une morte-eau (8 m. 80).
6	id.	200 m. sous l'écluse de Léhon	Surface		0,07			7,3	id.
7	id.	Au - dessus de cette écluse (eau douce),	Surface		0,08			7,3	id.
8	2/9/26	Mi-chemin de Dinan.	Surface		8,02				Morte-eau (9 m. 20)
9	id.	Bras mort	Surface		9,95				id.
10	11/4/27	Le Chatelier	Surface		0,26				Morte-eau (8 m. 70).
11	id.	Le Chatelier.....	fond (2 m.).		0,26				id.
12	10/8/27	Port de Dinan	Surface		0,15			7,9	Fin d'une morte-eau (10 m. 05).
13	id.	200 m. sous l'écluse de Léhon	Surface		0,15			8,0	id.
14	id.	500 m. sous cette écluse, près d'Algues.....	Surface		0,13			9,0	id.
15	id.	Au - dessus de cette écluse (eau douce)	Surface		0,13			8,0	id.
16	id.	id., 1 km. plus loin .	Surface					8,0	id.
17	18/8/27	Le Chatelier	Surface	18°0	15,1		42 ± 4	8,9 à 9,1	Fin d'une vive-eau (11 m. 45). Température à Saint-Servan : 17° ; Pouvoir réducteur : 10.
18	id.	id.	Fond (1m.20)		15,4		41 ± 4	8,9 à 9,1	
19	id.	Port de Dinan	Surface	18°0	9,6		45 ± 4	7,6 à 7,8	
20	26/3/28	Le Chatelier	20 cm.sous surface	9°5	2,2		300 env.		Fin d'une vive eau (11 m. 80). Saint-Servan : température 8° (air 10°5). Pouvoir réducteur 15.
21	26/3/28	Dinan	20 cm. sous		0,32		400 env		
22	12/4/28		Surface						
23	id.	Le Chatelier	Surface		0,22	11 mg. 8	60	7,9	Morte-eau (8 m. 95).
		Dinan	Surface			11 mg. 8		7,9	Oxygène à Saint-Servan : 9 mg. 8.

Ce tableau s'interprète comme suit :

La *salinité*, à l'écluse du Chatelier, peut atteindre la moitié de celle de l'eau de mer en vive eau d'été (n° 17) ou le quart en morte-eau d'été (n° 8). En mars-avril les teneurs sont extrêmement faibles, non seulement en morte-eau où l'eau est à peu près douce (n^{os} 5, 10, 22), mais aussi en vive-eau (n° 20).

En remontant la Rance canalisée, on voit la salinité diminuer progressivement. Elle est toujours moindre vers Dinan qu'au Chatelier (n^{os} 2 et 3, 17 et 18, 20 et 21 ; voir aussi les mesures de Hamel) et, à proximité de l'écluse de Léhon, je n'ai trouvé que des teneurs à peu près identiques à celles de l'eau douce située dans le canal au-dessus de Léhon, où l'eau de mer n'a jamais accès (n^{os} 6 et 7, 13 et 15).

Ce domaine se distingue absolument, par son régime de salinité, de tous ceux que nous avons étudié jusqu'ici, en ce sens que la salinité y est très basse la plupart du temps et n'augmente que temporairement, pendant quelques jours à chaque grande marée, tandis que, dans la Rance maritime, nous avions le plus souvent des salinités fortes, et les dessalures ne se faisaient sentir que temporairement à marée basse.

En vertu de la loi des densités, ne reste-t-il pas, au-dessous d'une couche superficielle d'eau douce, une eau sensiblement plus salée ? J'ai trouvé les mêmes teneurs à la surface et au fond (n^{os} 10 et 11, 17 et 18) : la diffusion doit assurer rapidement cette homogénéité.

La *concentration en ions hydrogène* est extrêmement variable. Même en ne tenant pas compte des mesures n^{os} 6 et 7 (pH 7,3) qui pourraient, encore que je n'aie aucune raison de le supposer, traduire une perturbation accidentelle (produit acide déversé dans le canal), on voit que, d'un bout à l'autre du canal, cette concentration peut s'abaisser au-dessous de la valeur pH 8 et s'élever jusqu'au pH 9.

Le *pouvoir réducteur est extrêmement élevé*. Les valeurs 20 et 21 sont peut-être exceptionnelle : elles ont été obtenues à la suite d'une très forte marée qui avait dépassé le niveau prévu et inondé la vallée ; il ne s'agit cependant pas d'une cause accidentelle (matières organiques déversées dans le canal), car nous verrons que, le même jour, au moulin à marées des Bas-Champs, j'ai trouvé une valeur comparable. Mais, même en ne tenant pas compte de ces mesures, on trouve (n^{os} 17, 18, 19, 22) des valeurs qui dépassent de beaucoup toutes celles que j'ai données jusqu'ici pour le littoral et pour la Rance, exception faite d'une mesure effectuée sur une vase fétide (p. 54).

La *teneur en oxygène*, étudiée pendant une seule excursion (n^{os} 22 et 23), s'est montrée notablement supérieure à celle de l'eau de mer littorale, bien que le pH fût bas et que l'eau fût très chargée de matières organiques.

J'ajouterai que l'eau du canal renferme *en suspension* une vase très fine, mais qu'elle est notablement moins trouble (sans doute en raison de la grande faiblesse du courant) que celle de la Rance maritime entre Port Saint Jean et Le Chatelier.

Les Organismes

Hamel a étudié les algues de la Rance canalisée. Je renvoie à son travail. De mon côté j'ai fait des observations sur la faune, particulièrement à la faveur d'une mise à sec du canal, le 24 septembre 1925. La faune, assez pauvre en espèces, est d'une extrême richesse en individus, et fournit un spectacle vraiment très étrange et très beau aux yeux d'un naturaliste. Les supports solides disparaissent souvent sous une couche d'organismes. Ce foisonnement est surtout intense dans la région du Chatelier, et diminue progressivement vers l'aval.

L'espèce qui, de beaucoup, prédomine, est le Serpulien *Mercierella enigmatica*. Le canal est le point où je l'ai rencontré pour la première fois dans la région, et sa quatrième station connue. Les tubes accolés, se dressant perpendiculairement au substratum, couvrent d'une croûte épaisse les berges, les pierres reposant sur la vase, les pieux plantés dans le lit. Les pierres surtout, sont méconnaissables sous le revêtement des *Mercierella* qui atteint facilement 10 centimètres d'épaisseur, et l'aspect qui en résulte rappelle de loin de grosses masses de Madréposes. Les pieux ont acquis un curieux aspect en fuseaux ventrus, car les *Mercierella* présentent un maximum de foisonnement à une hauteur déterminée, et ne remontent pas jusqu'au niveau normal de la surface. Ce spectacle se poursuit pendant des kilomètres quand on remonte le long de la rivière ; cependant le nombre et la taille des individus diminuent progressivement ; les tubes, accolés au Chatelier, finissent par s'espacer, et se collent à la pierre sur une partie de leur longueur au lieu de se dresser perpendiculairement à elle. Cet appauvrissement aboutit à la disparition complète de l'espèce, environ 200 mètres avant l'écluse de Léhon qui marque la limite des eaux toujours douces.

Le Cirripède *Balanus improvisus* prospère dans les espaces laissés libres par la Mercierella, c'est-à-dire dans la région supérieure des berges, et sur toutes sortes d'objets jetés sur le fond : boîtes de fer blanc, chaussures, etc... Au Chatelier, les individus atteignent de belles tailles (17 mm. × 15 et 12 de haut). Quand on remonte vers Dinan et Léhon, on observe une raréfaction, une diminution de taille, une limite d'extension absolument superposables à celles de *Mercierella*. Notons que les individus, côniques au Chatelier, tendent à devenir cylindriques vers Dinan.

Le Bryozoaire *Membranipora monostachys* est abondant au Chatelier.

Le mollusque noir *Bithynia tentaculata* rampe sur les organismes précités ; c'est surtout à mi-chemin du Chatelier et de Dinan qu'il est extrêmement abondant. Cette espèce, dont l'habitat normal est l'eau douce, se rencontre également au-dessus de l'écluse de Léhon.

Signalons encore l'Isopode *Sphaeroma serratum*, très abondant partout, et, au Chatelier, *Carcinus mænus* très abondant et *Haminea navicula* (Mollusque Opisthobranche). *Nereis diversicolor* habite la vase dans la partie haute des berges de la rive droite.

Les *organismes nageurs*, étudiés au Chatelier, comprennent : la crevette *Palemonetes varians*, l'Hémiptère *Arctocorisa lugubris*, ces deux espèces en troupes nombreuses, surtout la première que j'ai vue, par milliers d'individus ; les Poissons *Anguilla anguilla, Gasterosteus aculeatus, Mugil chelo, Morone labrax, Pleuronectes flesus.*

Le caractère frappant de cette faune de la Rance canalisée est sa luxuriance extraordinaire. Le contraste est vraiment saisissant, entre ce domaine situé en amont de l'écluse du Chatelier, et la région aval, où existe une partie des mêmes espèces, mais beaucoup moins développées. Nous verrons plus loin quels sont les facteurs physiques qui rendent compte de cette différence.

Il faut souligner la ressemblance assez forte qui se manifeste entre le domaine étudié ici et le canal de Caen à la mer. Plusieurs espèces sont communes à ces deux canaux : *Mercierella enigmatica*, découverte dans le canal de Caen ; *Balanus improvisus*, que Le Sénéchal avait appelé *B. amphitrite* : soupçonnant qu'il devait y avoir une erreur, j'ai écrit à ce sujet à M. Poisson, qui a bien voulu me communiquer qu'il s'agit en réalité de *B. improvisus* ; *Sphaeroma serratum* ; et, bien entendu, l'inévitable *Palemonetes varians*. De plus, les deux canaux renferment un *Membranipora* : *Lerouxii* à Caen, *monostachys* ici. Au point de vue physique également, ces deux biefs, tous deux barrés par une digue que la marée haute submerge en vive eau, semblent très comparables.

CHAPITRE II

Les Moulins à marée

§ I. — Préliminaires

Les moulins à marée sont nombreux le long de la Rance : 10, dont 5 en activité, les autres abandonnés. Leur étude se révèle fructueuse : les milieux biologiques y sont variés, réservoirs, chambres des turbines, couloirs d'emplissage et de vidange, etc. Il constituent, dans les anses vaseuses, azoïques, et dans l'extrémité de l'estuaire où la faune est également très pauvre, des oasis où divers organismes trouvent, nous le constaterons, des conditions favorables et prennent un beau développement. J'étudierai d'abord un moulin situé dans la « 1re région de la Rance », celle où le flot apporte une eau de mer normale. Puis je donnerai quelques renseignements sur des moulins situés tout au fond de la Rance, et intéressants à divers titres.

§ II. — Monographie sommaire d'un moulin pris comme type

A. Description d'ensemble

J'ai pris, comme type, le moulin de La Richardais, ou Moulin-neuf, situé au fond d'une anse étroite absolument tranquille, à faible distance (5 km.) de l'embouchure. C'est un moulin moderne, à turbine.

Un enclos appelé « réservoir » (voir le schéma ci-dessous), maçonné sur deux de ses côtés (est et nord), limité sur les deux autres par des berges meubles, garde les eaux apportées par la marée haute. Une porte à deux battants, qu'on appelle communément « Les portes », permet l'entrée du flot qui pousse ces battants. Dès que la mer commence à baisser, ils se referment automatiquement.

La turbine (2) est verticale. Sa face supérieure, qui forme plateau, est de niveau avec le sol du réservoir. L'eau du réservoir y arrive par un couloir maçonné (3) dont une vanne ferme l'accès, tant que la mer n'a pas suffisamment baissé pour créer la dénivellation nécessaire au fonctionnement. La turbine est surmontée d'une grande chambre maçonnée (1) dont le sol est de niveau avec le plateau supérieur, et où l'eau est de niveau avec l'eau du réservoir.

Après avoir actionné la turbine, l'eau la quitte par son extrémité inférieure et est conduite au dehors par un couloir maçonné (4), situé, évidemment, à un niveau beaucoup plus bas que le couloir d'amenée (3).

L'eau peut aussi quitter le réservoir par deux vannes, « vannes de côté » : la « vanne de décharge » (5) permet de vider le réservoir jusqu'à un certain niveau ; la « vanne de fond » sert pour la vidange complète. A la vanne de décharge fait suite un couloir maçonné, traversant le moulin et conduisant l'eau au dehors. Le sol de ce couloir, sensiblement horizontal aux deux extrémités (5 et 7), comporte une partie (6) en pente très rapide.

A marée basse, les eaux sortant de la turbine, des vannes, et par les interstices des portes d'emplissage, se réunissent en un torrent qui s'est creusé un lit caillouteux dans la vase de l'anse de La Richardais.

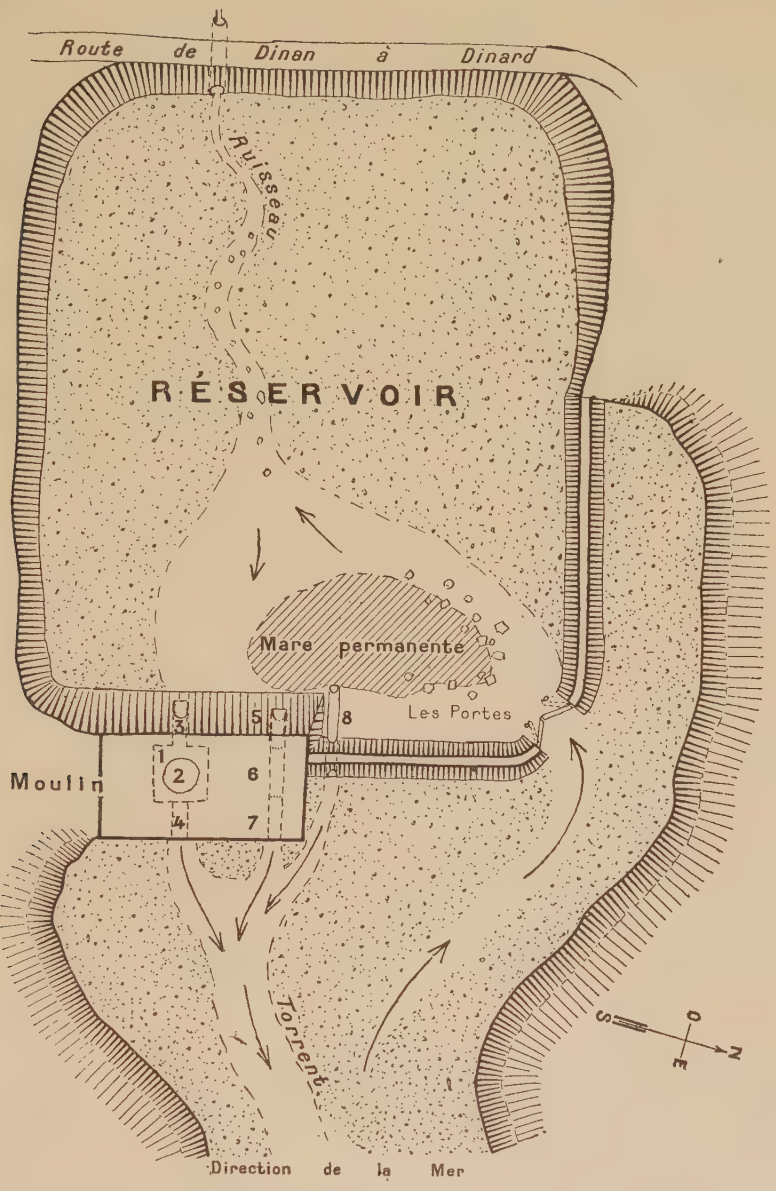


FIG. 7. — Un moulin à marées (Schéma du Moulin-neuf).

Vase

1. Chambre de la turbine. — 2. plateau supérieur de la turbine. — 3 couloir d'amenée d'eau à la turbine. — 4. couloir de sortie d'eau de la turbine situé au niveau du plateau inférieur de la turbine. — 5. couloir de la vanne de décharge, partie supérieure à pente faible. — 6. couloir de la vanne de décharge, partie moyenne à pente forte. — 7. couloir de la vanne de décharge, partie inférieure à pente faible. — 8. vanne de fond.

Le régime d'emplissage et de vidage du réservoir est très variable selon l'importance des marées et l'activité du meunier. En vive eau, le moulin est toujours en état de fonctionner : le remplissage étant complet à chaque marée haute, la turbine peut fonctionner sans arrêt pendant

toute la marée basse sans épuiser le réservoir ; en morte-eau, l'emplissage n'étant que très partiel, le réservoir est rapidement épuisé par le fonctionnement de la turbine. Le plus souvent, si la morte-eau est assez accentuée, le moulin n'est pas mis en marche. Dans ce cas, de deux choses l'une : ou bien le meunier laisse toutes les vannes fermées, et alors le réservoir contient toujours de l'eau qui ne baisse que très lentement pendant la marée basse, par les fuites inévitables ; ou bien, il vide entièrement le réservoir (vanne de décharge, puis vanne de fond) dans les cas, assez fréquents, où il doit procéder au nettoyage de la machinerie.

Nous considérons, dans cet ensemble, divers milieux biologiques : le réservoir, la chambre de la turbine, les couloirs de sortie de l'eau et le torrent qui leur fait suite.

B. Le Réservoir

Substratum. — Le réservoir est en partie comblé par la vase. L'envasement est surtout accentué dans la région opposée aux portes et vannes ; la vase y forme aux niveaux élevés un *schorre* ; puis vient le *slikke*, en pente rapide, dont la base est faite de vase extrêmement molle. Cette pente même a une sorte de petite vallée où court un très maigre ruisseau venant d'un étang voisin. Dans la région voisine des portes et des vannes, le violent courant qui règne lors de l'emplissage empêche la vase de gagner : une vaste dépression reste ménagée, où se jette le petit ruisseau. Le fond de cette dépression forme une mare où demeure toujours un peu d'eau ; des pierres émergent de l'eau et de la vase voisine. Dans cette région, les murs du réservoir restent visibles, alors que plus loin, la vase les fait disparaître sur la plus grande partie de leur hauteur. Le réservoir est, on le voit, un domaine assez complexe.

Mouvements de l'eau. — J'ai touché un mot du courant d'emplissage : lorsque le flot se présente aux portes, ce courant se manifeste avec force, et son bouillonnement s'entend à une certaine distance. Pendant que le réservoir se vide par la turbine ou par les vannes, des courants plus localisés, mais également assez rapides, entrent dans les divers couloirs maçonnés.

Composition de l'eau. — On peut admettre, *a priori*, que l'eau qui sort du réservoir, par la turbine ou les vannes, a sensiblement les mêmes qualités que l'eau du réservoir, ou plus exactement, que l'eau de fond du réservoir (puisque les trois orifices maçonnés par où l'eau peut sortir sont à des niveaux assez bas). Je réunirai donc ici toutes les données relatives aux diverses qualités de l'eau, quel que soit son point de prise (réservoir, sortie de la turbine, etc.). Il serait difficile de les donner en un seul tableau, qui serait trop encombré pour être facilement lisible. J'étudierai donc successivement chacune des qualités envisagées.

Salinité

27/7/26.	Début d'une période de vive eau. Réservoir rempli	35,0
5/8/26.	Réservoir vide. Dans le ruisseau	6,4
7/9/27.	Fin d'une morte-eau. Réservoir demi-rempli	34,7
8/9/27.	Réservoir vide. Dans la mare permanente	29,8
7/4/28.	Vive eau. Réservoir plein. Sortie de la turbine	28,9

Ainsi, le faible apport du ruisseau (dont l'eau est très peu salée à marée basse) abaisse souvent la salinité dans le réservoir. Cet abaissement ne paraît jamais très accentué, même en avril (un sixième le 7/4/28.)

Température

22/7/26.	Dans le réservoir	20°5 ; dans la Rance, hors du réservoir	20°5
24/8/27.	Dans le réservoir	17°5 ; Rance (Cancaval)	17°
7/9/27.	Morte-eau. Réservoir	19°5 ; Cale Saint-Père	17°5

Pouvoir réducteur

24/8/27. Réservoir rempli..... 15 ; Cancaval..... 15
7/9/27. Réservoir demi-rempli..... 14 ; Cale Saint-Père 13
8/9/27. Mare permanente 25
22/9/27. Demi-rempli. Surface..... 12 ; Cancaval..... 11,5
Fond devant la turbine (1)..... 14
7/4/28. Sortie de la turbine ..... 20 ; Cale Saint-Père 10,5

Le pouvoir réducteur, aux niveaux élevés, est normal ou en très légère augmentation. Aux niveaux bas, où s'alimente la turbine, il est beaucoup plus élevé. Ce fait s'explique sans doute par une lente diffusion des substances organiques solubles de la vase du fond.

Oxygène dissous. — J'ai effectué deux mesures, l'une en surface, l'autre à la sortie de la chambre de la turbine où l'eau provient du fond. Le 22/9/27, fin d'une morte-eau.

Surface du réservoir devant la chambre de la turbine, 10 h. 30..... 11 mg. 8
Sortie de la chambre de la turbine, 10 h. 45..... 12 mg. 5
Pour comparaison { Cancaval, 11 h. 30 ..... 12 mg. 7
Saint-Servan, 16 h..... 12 mg. 0

La quantité d'oxygène dissous était à peu près normale, même en profondeur, en dépit de l'abondance des substances réductrices.

Concentration en ions hydrogène

22/7/26 ..... 8,1 ; Cale Saint-Père 8,15
24/8/27 ..... 8,1 — 8,1
7/9/27 8,1
8/9/27, mare permanente..... 7,9
22/9/27 { surface 8,1
fond 8,1

Les valeurs trouvées sont normales ou en très léger abaissement.

Matières en suspension. — Elles ne sont pas très abondantes.

24/8/27. « Eau très claire ».
8/9/27. Le réservoir venant d'être vidé à mon intention. Dans la mare permanente :
Cendres par litre ..... 56 mg.
22/9/27. Réservoir demi-rempli. Eau du fond, prélevée sans remuer la vase. Cendres.
par litre ..... 30 mg.
7/4/28. Sortie de la turbine. Cendres par litre..... 50 mg.
(Comparaison cale Saint-Père marée haute, 63 mg.)

La dernière mesure montre une eau plus claire qu'à Saint-Servan ; la précédente, prise en été où les teneurs sont plus faibles, indique, au contraire, une eau plus chargée, mais encore claire. La première, effectuée aussitôt après l'opération de vidage qui aurait pu remuer la vase, ne donne pas encore une valeur élevée.

Résumé. — Au dehors des légers abaissements de salinité, l'eau du moulin-neuf se distingue surtout de l'eau littorale par l'augmentation du pouvoir réducteur aux niveaux bas. Pour compléter quelque peu ces résultats, et généraliser la conclusion relative au pouvoir réducteur, je donne ci-dessous des mesures faites dans le réservoir du moulin à turbine situé à l'est de Saint-Suliac, au fond de l'anse de Saint-Jouan-les-Guérets, le 5 septembre 1927, à un niveau très bas :

(1) Prélèvement effectué sans toucher le fond pour éviter de remuer la vase.

Température	20,8	; Saint-Servan		17,5
Salinité	21,2	—		35,3
Pouvoir réducteur	34	—		12
pH	8,25	—		8,7

Faune et flore du réservoir

Dans le petit ruisseau, où court, lorsque le réservoir est vide, une eau à faible salure, on ne rencontre que peu d'organismes sous les pierres : *Balanus improvisus*, *Membranipora monostachys*, *Carcinus maenas*. Cette faune s'apparente à celles de l'extrémité de la Rance et du canal.

En dehors de ce milieu très spécial, nous aurons à considérer les berges meubles et le substratum rocheux.

Sous le schorre à *Atriplex portulacoïdes*, baigné seulement par l'eau à salinité normale (22/7/26) des marées hautes de vive-eau, le slikke abrite d'innombrables *Orchestia mediterranea*, et, vers le bas, des Crabes, Arenicoles, et *Nereis diversicolor*. Autour de la mare, la vase, assez ferme, porte *Scrobicularia piperata*, *Cardium edule*, *Tapes pullastra*, *Carcinus maenas*, et des *Sabella pavonina* très vigoureux.

Les pierres qui environnent la mare portent une faune assez riche. *Hymeniacidon caruncula* ; *Membranipora monostachys* ; *Potamoceros triqueter* et *Balanus crenatus*, ces deux espèces étant les plus abondantes et les mieux développées (les Balanes atteignent 20 mm.) ; *Balanus improvisus* ; quelques *Balanus perforatus* ; *Littorina littorea* var *major* ; *Gibbula umbilicalis* ; *Patella vulgata*, forme surbaissée à stries fines ; de grandes *Ostrea edulis* ; *Volsella* (*Modiola*) *barbata* ; *Mytilus edulis* var, *galloprovincialis* de grande taille (jusqu'à 80 mm.) ; et *Ascidiella aspersa* ; à signaler, en outre, quelques touffes rabougries de *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum*.

Les murs, sur la majorité de leur surface, sont dépourvus d'animaux, et même d'algues, ce qui fait un contraste frappant avec la face extérieure de ces mêmes murs, qui porte un épais manteau de Fucacées. Cependant, aux environs immédiats des orifices des vannes de sortie, on remarque de rares pieds d'*Ascophyllum*, et des *Fucus vesiculosus* plus rares encore. Enfin, à l'entrée même des vannes, apparaît brusquement une faune bien fournie. *Hymeniacidon caruncula*, *Mytilus edulis galloprovincialis*, quelques *Balanus crenatus*, et surtout de nombreux *Balanus perforatus*, recouverts d'un feutrage d'Hydraires où s'abrite l'Amphipode *Leptocheirus pilosus*.

Signalons enfin quelques espèces nageuses, récoltées dans la mare : *Crangon vulgaris*, *Gobius minutus* var. *microps*, et des jeunes de *Belone belone* (Orphie).

C. La chambre de la turbine

Cet habitat présente, comparativement au réservoir dont il est une dépendance, un certain nombre de particularités :

1° Il y règne une obscurité assez accentuée.

2° Le substratum est représenté, non seulement par de la maçonnerie (parois, sol autour de la turbine), mais aussi par du métal : disque supérieur de la turbine, arbres de transmission, etc.

3° Pendant le fonctionnement de la turbine, l'eau s'y renouvelle continuellement, et y subit un mouvement giratoire, peu sensible à la surface, mais assez rapide au sol, sur la face supérieure de la turbine.

4° Cette eau est prise dans le réservoir à un niveau assez bas. Elle est d'une richesse particulière en matières réductrices dissoutes ; je rappelle qu'elle est assez transparente.

Etudions la faune sur les deux sortes de substratum.

1° *Maçonnerie.* — Sur les murs, que le mouvement de l'eau maintient propres, on trouve aux niveaux élevés *Balanus balanoïdes.* Aux niveaux bas, et sur le sol maçonné, se développent des organismes très abondants, et qui marquent leur maximum de prospérité vers le couloir d'entrée d'eau : là, des *Mytilus edulis galloprovincialis,* de très grande taille, tapissent le sol et portent des *Balanus perforatus, Balanus crenatus, Balanus balanoïdes* ; sur les parois du couloir d'entrée, *Hymeniacidon caruncula* et *Balanus perforatus,* et, tombant de la voûte en pendeloques de 20 cm., *Obelia longissima* sur lequel s'insère *Bowerbankia imbricata.* En dehors de cette région de l'entrée, la chambre de la turbine présente les mêmes organismes, plus espacés, auxquels s'ajoutent des *Ostrea edulis* vivantes.

2° *Le Fer.* — Sur le plateau supérieur de la turbine, des *Ostrea edulis* petits, *Mytilus edulis galloprovincialis, Balanus perforatus, B. crenatus, Hymeniacidon caruncula.* Sur une tige de fer horizontale, les mêmes espèces prennent insertion, formant une sorte de magma, et on trouve, accrochés à elles, avec des pendeloques d'*Obelia* et *Bowerbankia,* des tubes de *Sabella pavonina,* de taille réduite (10 cm. × 2 mm.), mais innombrables. Le fait que leur taille reste faible, tient sans doute à ce que ces tubes, suspendus sans appui, sont entraînés par les tourbillons de l'eau ou par leur simple poids dès que leur longueur dépasse une certaine limite.

D. Les issues de l'eau

1° *Couloir de sortie de la turbine* (n° 4 sur la fig.). — L'eau qui sort de la turbine, après l'avoir actionnée, est conduite au dehors par un large et haut couloir dont les parois et le sol sont formés de dalles que le courant maintient en état de propreté. Les dalles du sol sont rarement à sec. Il reste toujours une mince couche d'eau courante. Elles portent d'innombrables *Nassa reticulata,* et divers autres organismes : *Obelia flabellata* très nombreux, *Bowerbankia imbricata, Balanus improvisus, Balanus perforatus, Mytilus edulis galloprovincialis* de grande taille (72 mm. × 37). Sur les parois latérales, nous trouvons en bas *Hymeniacidon caruncula* et *Balanus perforatus,* et, plus haut, des *Petella vulgata* à stries fines,de très grande taille (57 mm. × 45 × 25), mais qui ne peuvent être rangées dans la var. *major* (voir l'article Patelles au répertoire, p. 220) ; enfin, quelques *Balanus balanoides.* Il n'y a pas de Chthamales. Je n'en ai d'ailleurs trouvé en aucun point du moulin.

2° *Couloir de sortie de la vanne de décharge.* — Ce couloir maçonné est caractérisé par l'existence d'un plan incliné à pente très rapide (n° 6, sur la fig.) ; cette partie est très étroite, située entre deux hauts murs verticaux. L'eau sortant de la vanne gicle avec une très grande vitesse dans ce couloir obscur. Le sol, en dépit de la force énorme de l'eau qui le balaie, porte de nombreux individus de Balanus *perforatus,* qui, cependant, se raréfient, puis, disparaissent dans la région où la pente est maxima. Dans le couloir de sortie de la vanne de décharge du moulin de Plouer, s'observent des faits absolument comparables. Il est vraisemblable que ces organismes, malgré leur résistance, ne peuvent supporter la véritable trombe d'eau qui frappe ces points.

Sur les murs verticaux, que l'eau râcle avec moins de violence, le peuplement est très dense. Nous trouvons de bas en haut : *Balanus perforatus, Balanus crenatus* ; *Halicondria panicea, Hymeniacidon caruncula* ; *Balanus balanoides* de petite taille, *Mytilus edulis galloprovincialis* de plus petite taille que celles du réservoir ou des couloirs de la turbine (50 mm. × 27), *Volsella barbata, Patella vulgata* à stries fines. Tout en haut, l'Algue *Catenella opuntia* présente un beau développement en dépit de l'obscurité. Enfin, il faut mentionner de nombreuses *Actinia equina* sur une table horizontale. Vers la sortie de ce couloir (n° 7 sur la fig.), les *Hymeniacidon* forment un revêtement très épais sur la base des parois. Au moulin de Plouer, dans des conditions semblables, l'épaisseur de cette couche spongieuse est uniformément de 6 cm.

3° *Le Torrent.* — Ses pierres portent divers organismes, les uns immergés en permanence, les autres émergés à marée basse. *Halicondria* et *Hymeniacidon, Plumularia pinnata* très nombreux devant la sortie de la turbine, *Actinia equina* de même, Spirorbes, *Potamoceros triqueter* de très grande taille (jusqu'à 19 cm.), *Balanus perforatus, crenatus, improvisus, balanoides,* ces derniers très larges (15 mm. × 12), mais peu élevés, des *Ascidiella aspersa.* Enfin de nombreux *Fucus serratus.*

L'étude de ce moulin nous a fait connaître, au fond d'une anse tranquille et envasée, un domaine où existent des interruptions de la vase, grâce aux mouvements de l'eau que comporte le fonctionnement du moulin. En certains points, notamment dans le couloir de sortie de la vanne de décharge, les mouvements de l'eau sont suffisamment actifs pour faire apparaître une faune assez comparable à celle des rochers battus ou balayés (Balanes, Patelles, Moules, Actinies, Eponges).

Les moulins situés vers l'extrémité de la Rance, au delà de Port-Saint-Jean, vont-ils présenter une faune comparable, ou bien observera-t-on un appauvrissement parallèle à celui que nous avons vu se manifester sur les berges rocheuses de cette région?

§ III. — Les moulins du fond de la Rance

La question que nous venons de poser nécessite l'examen de plusieurs moulins du fond de la Rance. Ces moulins sont d'ailleurs assez variés, et les renseignements que nous donnera chacun d'eux ne seront pas absolument comparables. L'un marche avec des turbines, un autre avec une roue, un autre avec... un moteur à pétrole ; et deux autres ne marchent plus du tout, mais n'en seront pas moins intéressants.

1° Moulin de Plouer ou Moulin Bourgault

Situé à 1.500 mètres en amont de Port-Saint-Hubert. Ce moulin, actionné par deux turbines, abrite une faune très comparable à celle du moulin-neuf. En ce qui concerne le réservoir et les chambres et couloirs par où sort l'eau du réservoir, la chose n'a rien que de normal, bien que nous soyons déjà dans la région où les dessalures sont plus accentuées qu'à Port-Saint-Jean et où la faune des berges rocheuses est très pauvre. Car le réservoir, situé à un niveau élevé, ne reçoit que l'eau des marées hautes, à forte salure :

27/7/26. Vive-eau, réservoir plein ..... Sel 35,0 pH 8,0
13/8/26. Vive-eau, réservoir demi-plein..... Sel 33,1 pH 8,05

Mais, sur le mur extérieur du moulin, existent aussi divers organismes qui, eux, sont baignés par l'eau libre de la Rance, évidemment plus dessalée ici qu'elle ne l'est à Port-Saint-Jean au même niveau. On y trouve, avec *Littorina saxatilis,* des espèces que nous n'avions plus rencontrées au delà de Port-Saint-Jean : *Balanus balanoides* ; *Patella vulgata* à stries fines et var. *Conica.* Enfin, sur les pierres du torrent, des *Fucus serratus* et *Bowerbankia imbricata.*

2° Moulin de Mordreux

2 km. 500, au sud de Port-Saint-Jean, à proximité immédiate de la plage de Mordreux et de la pointe du Chêne vert que nous avons étudiés p. 98. Actionné par une roue de bois. Lorsque le réservoir est à peu près vide, un ruisseau d'eau douce se dirige directement vers la roue, sans rencontrer de grand volume d'eau de mer. L'eau sortant de la roue s'écoule par un couloir maçonné

où elle baigne divers organismes très bien développés Les uns appartiennent à des espèces déjà citées dans l'étude des berges voisines : *Membranipora monostachys*, *Balanus crenatus*, *Balanus improvisus*, *Fucus vesiculosus*. D'autres n'avaient pas été rencontrés par nous au-delà de Port-Saint-Jean : *Actinia equina* très nombreux et de belle taille, *Balanus perforatus* (25 mm. de haut), *Mytilus edulis galloprovincialis* (70 mm.). Toutes ces espèces baignaient, le 12 août 1926, dans une eau dont la salanité n'était que 6,4 p. mille (et le pH 7,7 à 7,9). J'ai noté l'absence d'une forme pour laquelle se présentait pourtant le substratum voulu : *Sabella pavonina*.

3° Moulin de Rochefort

Placé tout au fond de la Rance maritime, à 1.500 mètres seulement de l'écluse du Chatelier, et à proximité immédiate de la berge rocheuse de Rochefort que nous avons étudiée p. 100. Je rappelle que ces rochers ne portaient pas d'autres animaux fixés que des *Balanus crenatus*.

Le moulin de Rochefort est abandonné. Les portes restent toujours ouvertes : la marée joue librement dans l'enceinte. Le courant d'emplissage arrive avec violence contre une muraille maçonnée précédant les portes. A marée basse, un ruisseau d'une certaine importance court au pied de cette muraille, en cascades qui éclaboussent la pierre aux niveaux bas, toujours ruisselants d'eau.

Cette muraille est bien peuplée. Elle porte des Cirripèdes assez serrés, *Chthamalus stellatus* et *Balanus balanoides*, de grande taille (par exemple : 14 mm. × 14 et 0,9 de hauteur, pour l'une et l'autre espèce) ; à un niveau élevé s'y ajoute *Patella vulgata* var. *conica*, représentée, il est vrai par un seul individu, mesurant 31 mm. × 25 et 17 de haut, récolté le 13 août 1926, et qui n'a pas eu de successeur ; vers le bas de la muraille, dans la zone humide dont j'ai parlé, les deux Cirripèdes cités existent toujours ; il s'y ajoute de nombreux *Balanus crenatus*, et des *Balanus perforatus* en été seulement. Ajoutons que des *Fucus vesiculosus* existent au sol, dans le torrent, et que des *Lygia oceanica* courent sur la muraille. L'algue rouge *Catenella opuntia* est abondante sur la porte même.

Aux niveaux élevés la salinité doit être relativement forte.

Le 26/3/28, marée haute de vive-eau { Dans le couloir : 22, 5,
Réservoir : 13,2

Mais ici l'enceinte, toujours ouverte, ne saurait constituer un « résevoir » d'eau salée comme à Plouer. Aussi, aux niveaux plus bas, la salure est-elle très faible.

8/9/26. Marée baissante (mi-hauteur de la muraille)..... Salinité 20,2 pH 7,9 à 8,1
13/8/26. Eau à la base de la muraille ..... Salinité 5,5 pH 9,0 à 9,2
11/4/27. Eau aspergeant les niveaux bas..... Salinité 0,38.
11/4/27. Eau baignant la base de la muraille à marée montante. { Salinité en surface..... 0,45
à 30 cm. de profondeur.. 0,26

On voit qu'à Rochefort, en dépit de ce que nous avait montré l'étude des berges rocheuses de l'estuaire, on peut trouver une association serrée d'organismes habituels aux roches battus ou balayés, en un domaine qui subit pourtant des dessalures aussi accentuées que celles de l'estuaire proprement dit où ces organismes manquent. Ici ils subissent, en outre, de très fortes variations du pH.

4° Moulin de Bas-Champs ou du Pont-de-Cieux

Situé entre Port-Saint-Jean et Mordreux sur la rive droite, c'est-à-dire en avant des deux précédents. J'en ai réservé l'étude en raison de la particularité suivante.

L'eau douce, d'origine fluviale, contribue plus que l'eau de mer à emplir le réservoir de ce moulin. Ce « réservoir d'eau douce » s'oppose absolument au « réservoir d'eau salée » que constitue le moulin de Plouer qui lui fait vis-à-vis. Situé tout au fond d'une vallée, il est constitué par un étang où seules les fortes marées ont accès, milieu assez comparable de ce fait à la Rance canalisée. La machinerie est actionnée plus souvent par un moteur à pétrole que par la roue, de sorte que le réservoir demeure presque toujours rempli. Nous avons à considérer : 1° le réservoir; 2° le couloir maçonné qui précède les portes. Les portes perdent, de sorte qu'un torrent d'eau coule sans discontinuer dans ce couloir.

1° *Le Réservoir*

Le régime de salinité se rapproche de celui de la Rance canalisé, en ce sens que normalement la salure est très basse. Elle ne doit présenter d'augmentation importante que pendant les fortes marées d'été.

Salinité près des portes d'emplissage, le 2/9/26 (morte-eau)..... 4,5

Faune en ce point, le même jour : la crevette *Palemonetes varians*, le Coléoptère *Cybister laterimarginalis*.

Salinité sur la berge à 200 mètres des portes, le 2/9/26..... 2,8
id. le 26/3/28, vive-eau, après la marée haute 1,3
Pouvoir réducteur, le 26/3/28 11,2

Faune en ce point, le 2/9/26. Les espèces citées étaient toutes très abondantes : *Gammarus Duebeni, Orchestia gammarella, Balanus improvisus* sous les pierres, *Carcinus maenas, Crangon vulgaris, Palemonetes varians, Rissoa parva, Bittium reticulatum, Pleuronectes flesus, Gobius minutus var. microps.*

Salinité à l'extrémité du réservoir (400 mètres des portes), le 2/9/26 3,3

En ce point, envahi par les *Phragmites communis*, je n'ai aperçu que des *Nereis diversicolor* et les Amphipodes cités ci-dessus.

2° *Le couloir des portes*

Le 18/9/26, fin d'une période de morte-eau, un torrent, de salinité 1,6, baigne les organismes suivants : *Mercierella enigmatica, Nereis diversicolor, Gammarus Duebeni, Balanus improvisus Carcinus maenas, Palemonetes varians, Pleuronectes flesus, Anguilla anguilla.* Des *Lygia oceanica* courent sur les murailles émergées. Le 26/3/28, le flot apportait en ce point une eau de salinité 11,9 et de pouvoir réducteur 66,5.

Il faut noter qu'en ce point, manquent divers organismes pour lesquels les conditions de substratum et de courant seraient satisfaites, et dont l'absence pourra être attribuée avec quelque vraisemblance au régime de salinité : *Actinia equina, Potamoceros triqueter, Balanus perforatus, crenatus, balanoides, Mytilus edulis, Fucus vesiculosus.*

5° Conclusion

Cette étude des moulins de l'extrémité de la Rance montre que la grande pauvreté de la faune des berges rocheuses de cette même région, ne saurait être attribuée uniquement à la dessalure, puisque nous retrouvons dans les moulins à marées un certain nombre d'éléments d'une faune normale, qui y est soumise au même régime de dessalure. Pour trouver des points où la dessalure exclut presque toutes les espèces, il faut arriver à un régime tel que celui du moulin de Bas-Champs, où la dessalure est presque permanente, et ne s'atténue qu'aux vives-eaux d'été.

CHAPITRE III

Les Bassins à flot

§ I. — Bassins à flot de Saint-Malo et de Saint-Servan

LE MILIEU PHYSIQUE

Entre les deux villes de Saint-Malo et de Saint-Servan, deux bassins à flot sont presque contigus, mais indépendants : chacun possède son écluse d'entrée (voir la carte générale). Il sont utilisés de façon intensive par de nombreux navires, morutiers, charbonniers, navires important du bois, navires exportant des légumes, etc., de sorte qu'ils sont fort bien entretenus et relativement propres. Les portes sont en bon état, et le niveau de l'eau ne baisse presque pas pendant la marée basse. Les deux bassins sont tellement analogues qu'on peut les étudier ensemble. Celui de Saint-Malo mesure 1 kilomètre de long et 150 mètres de large en moyenne ; celui de Saint-Servan 700×200 mètres. Les parois maçonnées des deux bassins sont sensiblement verticales. Le fond porte une épaisse couche de vase très fine.

J'ai étudié systématiquement les qualités de l'eau des bassins : en eau vive et en morte-eau, pour voir si la composition de l'eau subissait des altérations plus accentuées en morte-eau, où le renouvellement est faible, qu'en vive eau ; en été et à la mauvaise saison ; par temps sec et par temps pluvieux. Pour des raisons de commodité, presque toutes les mesures ont été effectuées, à Saint-Malo à proximité de l'écluse, et à Saint-Servan à mi-distance entre l'écluse et le fond du bassin (au coude que forme la paroi sud-ouest).

Salinité

1° En été, alors que la salinité de l'eau littorale normale varie de 35 à 35,6 par mille.

22/7/26, fin d'une morte-eau, beau temps — Bassin de Saint-Malo	à l'entrée, près de l'écluse		35
	à l'extrémité est		35,3
19/7/27, vive-eau, après une journée de pluie, avant que le flot ne soit rentré dans le bassin. Saint-Malo, 21 heures			35
22/7/27, morte-eau, les pluies ayant continué	Saint-Malo	en surface	34,7
		à 20 cm. de profondeur	34,7
	Saint-Servan	en surface	34,7
		à 20 cm. de profondeur	34,7
29/9/27, vive-eau. Pluies prolongées et d'une abondance exceptionnelle : une véritable nappe d'eau couvrait les quais et s'écoulait dans les bassins. Eau à 5 ‰ sous la surface	Saint-Malo		34,7
	Saint-Servan		34,7

On voit que, pendant la période d'été, ni l'évaporation, ni les pluies ne modifient de façon appréciable la concentration de l'eau des bassins, même pendant les périodes de morte-eau.

2° En hiver, les légères variations que présente l'eau du littoral vont-elles s'accentuer dans les bassins?

20/1/28. Fin d'une morte-eau	Saint-Malo ...	32,7	Cale Saint-Père à marée haute..	34,3
	Saint-Servan..	33,4		

17/2/28. Fin d'une morte-eau	Saint-Malo ...	32,1	Cale Saint-Père à marée haute..	31,5
7/4/28. Vive-eau	Saint-Servan..	33,7	Cale Saint-Père à marée haute..	34
14/4/28. Morte-eau	Saint-Malo ...	33,7	Cale Saint-Père à marée haute..	33,1
	Saint-Servan..	33,4		

On voit qu'à la mauvaise saison les très légères diminutions de salinité qui s'observent à la cale Saint-Père ne s'accentuent pas dans les bassins à flot, même en morte-eau : les menues différences que montrent les chiffres précédents sont, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

Le fait qu'en toutes saisons la salinité dans les bassins garde la même valeur que dans l'eau littorale normale, s'explique sans doute par la profondeur assez considérable de ces bassins.

Température

Date	Heure	Marée	Lieu	Température	Comparaison Cale St-Père
21/8/27	11 h.	Morte-eau	Saint-Servan	18°	17°
24/8/27	18 h.	Fin morte-eau	Saint-Servan	17°3	16°8
3/9/27	17 h. 30	Début morte-eau	Saint-Malo	18°5	17°
id.	id.	id.	Saint-Servan	19°	17°
20/1/28	17 h.	Fin morte-eau	Saint-Malo	7°	6°5
id.	17 h.	id.	Saint-Servan	7°	6°5
17/2/28	15 h.	Fin morte-eau	Saint-Malo	8°5	8°5

On voit qu'il existe de faibles écarts de température, analogues à ceux qui se manifestent dans le fond de la Rance. L'écart est légèrement plus accentué vers l'extrémité d'un bassin que vers l'entrée où l'eau est mieux renouvelée :

22/7/26. Bassin de Saint-Malo	Près de l'écluse....	20°5	Air....	24°
	Extrémité Est	21°		

Pouvoir réducteur

Date	Marée	Lieu	Niveau	Pouvoir réducteur	Comparaison
13/8/27	Vive-eau	St-Servan	Surface	12	Petit Bey 11
—	—	—	Fond	17	
24/8/27	—	—	Surface	15	Cale St-Père 15
—	—	—	Fond	16,5	
3/9/27	Début morte-eau	St-Malo	Surface	32	Cale St-Père 10
—	—	—	Fond	13	
—	—	St-Servan	Surface	14	—
—	—	—	Fond	15	
21/9/27	Fin d'une eau-vive	St-Malo	Surface	16	Cale St-Père 10
—	—	—	Fond	15	
7/4/28	Vive-eau	St-Servan	Surface	18	Cale St-Père 10,5
14/4/28	Morte-eau	St-Malo	Surface	16	Cale St-Père 13,5
—	—	St-Servan	—	13,5	—
25/8/28	Morte-eau	St-Malo	—	16	Cale St-Père 9

Même sans tenir compte de la valeur élevée, peut-être accidentelle, qui a été trouvée le 3/9/27 en surface, on peut dire que le pouvoir réducteur est, la plupart du temps, plus élevé dans les bassins à flot que sur le littoral. Cette augmentation se fait sentir également en profondeur. Je rappelle que sur le littoral il n'y a pas d'augmentation du pouvoir réducteur avec la profondeur, au moins pendant quelques mètres (p. 26).

Matières en suspension

L'eau m'a toujours semblé très claire en apparence. Les pesées de cendres montrent une certaine augmentation par rapport à l'eau littorale, mais les teneurs observées sont moins fortes que celles que j'ai trouvées sur le littoral à marée basse (voir p. 27); ce qu'explique l'immobilité de l'eau.

Date	Marée	Lieu	Niveau	Cendres par litre	Comparaison
10/9/27	Début vive-eau	St-Malo	Surface	8 mg. 0	Cale St-Père mi-marée 8 mg. 4
21/9/27	Morte-eau	St-Malo	Surface	15 mg. 2	
—	—	—	Fond	21 mg. 5	
7/4/28	Vive-eau	St-Servan	Surface	105 mg.	Cale St-Père marée haute 63 mg.
14/4/28	Morte-eau	St-Malo	—	56 mg.	Cale St-Père marée haute 31 mg.
—	—	St-Servan	—	64 mg.	—

Oxygène dissous

21/8/27 : Morte-eau. St-Servan, 11 h., 9 mg. 6. Cale St-Père, 9 h. 40, 9 mg. 9.
21/9/27 : Morte-eau. St-Malo, 11 h. 30, 12 mg. 1. Cale St-Père, 10 h. 30, 11 mg. 8.
29/9/27 : Vive-eau. Pluies exceptionnelles. St-Malo, 17 h. 12 mg.
id. id. St-Servan, 17 h. 30, 13 mg. 6. } Cale St-Père, 29/9/27 12 mg.
Père, 27/9/27, 12 mg.

Il ne semble pas y avoir de diminution de la teneur de l'eau en oxygène dissous, en dépit de ce qu'auraient pu faire croire les valeurs élevées du pouvoir réducteur, et la grande richesse de la faune, qui aurait pu agir par sa respiration (les algues font défaut).

La concentration en ions hydrogène

22/7/26. Fin d'une morte-eau.	St-Malo, près de l'écluse 8,15	Cale St-Père....	8,15
	St-Malo, extrémité est 8,15	—	
10/8/27. Fin d'une morte-eau. Saint-Malo	8,10	—	8,10
10/8/27. Saint-Servan, dans un coin plein de débris	8,15	—	8,10
24/8/27. Fin d'une morte-eau. Saint-Servan....	Surface.... 8,10	—	8,10
	Fond 8,10		

Le pH des bassins semble être absolument normal, en dépit des impuretés, et même lorsque la mesure a été effectuée à dessein parmi elles.

Résumé

En outre du régime d'immersion permanente et de l'immobilité de l'eau, les bassins à flot se distinguent du domaine littoral normal par la richesse de l'eau en matières réductrices dissoutes. Les autres qualités de l'eau ne sont pas sensiblement modifiées.

Les Organismes

Historique

En recherchant parmi les provenances que donnent de leurs récoltes de Mollusques Dautzenberg et Durouchoux, on trouve un certain nombre d'espèces signalées dans les bassins à flot de Saint-Malo, qu'ils ont eu l'occasion de visiter lors d'une mise à sec, et de Saint-Servan, ou dans un bassin-réservoir situé entre les deux précédents. Voici, sauf omission, la liste de ces espèces : *Haminea (Bulla) navicula* Da Costa, dans le réservoir ; *Philine aperta* L., très abondant sur la vase dans le bassin de Saint-Servan ; *Nassa reticulata* L. var. *mamillata* Risso, très abondante dans le bassin de Saint-Malo ; *Nassa varicosa* Turton, recueilli vivant dans le bassin de Saint-Malo ; *Rissoa membranacea* Adams var. *minor* Jeffreys, réservoir ; *Chiton cinereus* L., réservoir ; *Ostrea edulis* L. : les parois des bassins de Saint-Malo et de Saint-Servan en sont tapissées ; *Chlamys varia* L. : « Nous en avons pris, dans le bassin de Saint-Malo, de fort beaux spécimens dont les squamules très développées étaient remarquablement intactes » ; *Mytilus edulis* L., atteint une belle taille dans les bassins de Saint-Malo et de Saint-Servan ; *Cardium exiguum* Gmelin abonde dans le bassin de Saint-Malo ; *Cardium edule* L. : dans le bassin de Saint-Malo il pullule, mais est toujours de petite taille ; *Donacilla cornea* Poli, une valve dans le réservoir ; *Lutricularia tenuis* Montagu, dans la vase, bassin de Saint-Malo.

Recherches personnelles

En ce qui concerne les Mollusques, je n'ai rien à ajouter à la liste précédente, sauf une remarque concernant les huîtres. D'après des renseignements que j'ai recueillis auprès de personnes dignes de foi, les huîtres, que Dautzenberg et Durouchoux signalent en 1913, ont ensuite complètement disparu, et font encore défaut dans le bassin de Saint-Malo (où je n'ai trouvé, en effet, que des coquilles vides). Dans le bassin de Saint-Servan, elles ont reparu depuis quelques années, sans que l'on sache d'où est venu le naissaim, car les différents bancs se trouvant autrefois dans le voisinage sur le trajet du flot, paraissent aujourd'hui épuisés.

Passons aux groupes autres que les mollusques.

Espèces mobiles trouvées dans les deux bassins. Crustacés : *Porcellana longicornis* ; *Carcinus maenas* ; *Stenorynchus phalangium* ; *Palemonetes varians* en grand nombre ; *Hippolyte Cranchii* Leach, que Milne-Edwards avait décrit à Saint-Malo sous le nom d'*Hippolyte crassicornis* ; Palemon *Leachii* Bell ; de nombreux *Mysis*. De nombreux Poissons (anguilles, etc.) peuvent entrer dans les bassins. Certains semblent y habiter en permanence : *Belone belone*, *Gobius minutus microps*, etc.

Espèces fixées. — Le bassin de Saint-Servan ayant subi, en 1926, une mise à sec, j'ai pu y étudier la distribution des espèces fixées. Les Algues (Fucacées) font défaut. Par contre, les

maçonneries sont presqu'entièrement garnies d'animaux fixés, qui sont de plus en plus nombreux et volumineux à mesure que l'on descend. Aucune des espèces ne supporte l'émersion prolongée plusieurs jours : pendant la morte-eau, où le niveau des bassins baisse progressivement (pour remonter plus brusquement à la vive-eau suivante), on ne voit apparaître aucun organisme, sauf tout à fait à la fin des mortes eaux particulièrement accentuées. Lorsque le bassin est vide, on voit que les organismes s'arrêtent par une ligne bien tranchée au-dessous de laquelle ils sont tout de suite fort nombreux . Ils apparaissent dans l'ordre suivant. Tout d'abord deux espèces intéressantes : le serpulien *Mercierella enigmatica*, et le Bryozoaire *Cellularia Peachi*. Le premier n'est connu que d'un très petit nombre de localités ou l'eau est saumâtre : il vit ici dans l'eau de mer normale ; ses tubes sont extrêmement abondants, collés à la pierre ; le second est nouveau (genre et espèce) pour la faune française. Il se présente en buissons de couleurs lie-de-vin, dont l'abondance fait croire de loin à un tapis d'algues. Puis vient *Lapralia pallasiana*, incrustant la maçonnerie à ce niveau, et qui plus bas se trouvera aussi bien sur les tuniques des Ascidies. 40 centimètres plus bas apparaît *Balanus crenatus*, d'une taille que je ne lui ai vue nulle part ailleurs (sauf certains échantillons de Port-Saint-Jean) : par exemple 23 × 18 millimètres, et 18 de haut. Puis viennent une série d'autres formes : *Ascidiella aspersa* de très grande taille, *Ostrea edulis*, des *Bugula (turbinata* et *avicularia?)*, *Potamoceros triqueter*. De nombreux tubes de *Sabella pavonina* s'observent sur la paroi S.-O. du bassin, en une région où les autres formes sont moins serrées ; ils ne dépassent pas 10 centimètres de long, peut-être, parce que, sans appui, ils tombent lorsque cette taille est dépassée. Les *Mytilus edulis* abondent sur les pierres émergeant de la vase du fond ; elles y sont accompagnées par les mêmes organismes que sur les parois, moins les *Cellularia* et plus d'innombrables *Spirorbis*.

Dans le bassin de Saint-Malo, que je n'ai pas eu l'occasion de voir à sec, j'ai râclé les parois avec une drague ; je me suis rendu compte ainsi que le peuplement est sensiblement le même qu'à Saint-Servan. Les *Merciella* en particulier sont présentes. Cependant, j'ai noté plus haut l'absence des huîtres. A signaler aussi la présence de petites frondes de *Fucus vesiculosus* tout à fait rabougries, et localisées à proximité immédiate de l'entrée; enfin les *Cellularia* paraissent faire défaut (1).

La mise à sec du bassin de Saint-Servan, qui dura d'avril à août 1926, paraissait avoir tué les *Cellularia* ; puisque d'autre part ils manquent à Saint-Malo, je pensais que l'espèce avait disparu de la région en 1926 ; mais, en 1927, ils étaient de nouveau très abondants à Saint-Servan. Par contre, en 1928 (avril et juillet), ils avaient disparu.

§ II. — Bassin à flot de Granville

Le bassin de Granville a subi, en 1927, une brève mise à sec qui m'a permis de le visiter le 29 juillet. Il est d'organisation plus rudimentaire que ceux de Saint-Malo et Saint-Servan : il ne comporte pas d'écluse, mais une simple porte de retenue, qui perd beaucoup. Il en résulte que le niveau y subit de sensibles oscillations quotidiennes, une marée atténuée. Ce fait a sa répercussion sur la faune, où l'on distingue deux étages bien tranchés.

La zone supérieure, subissant de fréquentes émersions, est peuplée de *Balanus balanoides* que nous n'avions pas trouvés dans les deux bassins précédemment étudiés. On y trouve aussi des *Botryllus Schlosseri violaceus*.

(1) Je m'en suis assuré : 1° avec la drague ; 2° en raclant les parois avec une bêche, pour arracher les organismes sur lesquels la drague aurait pu glisser ; 3° en effectuant de nombreuses plongées jusqu'au fond du bassin, et en explorant minutieusement avec les mains, pendant que je remontais lentement, les parois et leurs anfractuosités.

La zone inférieure, qui n'assèche pas, est peuplée sensiblement comme les bassins de Saint-Malo et Saint-Servan, et comprend notamment *Mercierella enigmatica*. J'ai cependant noté, en plus, la présence de Sycons et d'*Anomia ephippium*, et en moins, celle de *Cellularia Peachi*. En outre, les grandes Ascidies paraissent être des *Phallusia mentula* plutôt que des *Ascidiella* (leur état de décomposition amené par l'assèchement n'empêchait pas de reconnaître leur teinte rose).

Je n'ai pu étudier les qualités de l'eau où vivent ces animaux (et notamment j'ignore le régime de salinité de ce bassin). Mais, à voir l'épaisseur de la vase couvrant le fond du bassin, il me paraît évident qu'un pouvoir réducteur élevé doit se manifester ici comme à Saint-Malo-Saint-Servan

TROISIEME PARTIE

LES DIFFÉRENTES QUALITÉS DU MILIEU EXTÉRIEUR, ENVISAGÉES COMME FACTEURS DE RÉPARTITION DES ORGANISMES

INTRODUCTION

Dans cette partie, j'envisage successivement un certain nombre de qualités du milieu extérieur et je me pose la question de savoir si les variations qui peuvent affecter telle qualité d'un point à un autre, influent sur la distribution des organismes animaux et végétaux. J'expose les faits qui parlent, soit en faveur de cette influence, soit à l'encontre; une partie de ces faits est tirée des documents publiés dans les chapitres précédents et de la comparaison de ces documents; les autres proviennent d'observations que j'ai faites spécialement à propos de chacun des problèmes posés, et n'avaient, bien entendu, pas trouvé place dans la partie précédente.

Les faits me conduisent à des conclusions. Celles-ci seront de valeur très inégale. Les unes sont des synthèses de faits, et ont elles-mêmes la valeur de faits. D'autres sont des interprétations qui ne sont probablement pas définitives : constatant que des coïncidences se révèlent constamment entre des variations du milieu marin d'un point à un autre, et des variations correspondantes dans la faune et la flore, je conclus à des relations de cause à effet. C'est un procédé hasardeux, ainsi qu'en témoigne l'exemple suivant.

Etudiant les déplacements du Thon dans la Méditerranée, Roule (1924) considère que ces déplacements sont commandés par des tropismes : le Thon rechercherait les eaux les plus salées, et possédant une température élevée (20°). Or, Hovasse (1927) fait remarquer que les Thons qui gagnent la mer de Marmara et la mer Noire, vont vers des eaux moins salées et moins chaudes, ce qui détruit l'hypothèse précédente. Je m'attends à ce qu'une partie de mes hypothèses aient un sort analogue à celle de Roule, sort que j'ai moi-même fait subir à certaines conclusions de mes prédécesseurs. Il est nécessaire, comme le dit Hovasse, d'accumuler les faits, qui, lorsqu'ils sont en grand nombre, prennent la valeur d'une expérience ; et c'est ce que je me suis surtout efforcé de faire ; mais il est utile également de faire des hypothèses, car celles-ci provoquent la découverte de faits nouveaux : Hovasse ne nous aurait sans doute pas renseignés

sur la biologie du Thon, s'il n'y avait eu l'hypothèse de ROULE. La valeur des interprétations et des hypothèses, incontestable, est souvent éphémère. J'ai la conviction que, dans un certain temps, on considérera comme puérile et risible la façon simpliste avec laquelle certains problèmes de bionomie sont traités dans ce travail. Qu'est-ce que cela prouve ? Que la bionomie explicative est fort peu avancée et qu'il est nécessaire de hâter son évolution en épuisant sa forme actuelle, puis d'aborder par des voies meilleures les questions que permettent de poser ces études embryonnaires. Quand un travail passé nous paraît ridicule, ce n'est pas forcément une marque d'inutilité, mais souvent celle de la rapidité de l'évolution de la science dont ce travail s'occupe, c'est-à-dire des progrès auxquels il a contribué. Je désire avant tout faire œuvre utile, et non pas forcément œuvre définitive.

CHAPITRE PREMIER

Influence du régime d'humidité, historique

L'influence du phénomène de la marée sur la répartition verticale des organismes marins, est admise depuis fort longtemps. C'est une notion vulgaire, que bien des espèces ne s'aventurent pas dans la zone intercotidale, et restent confinées dans le domaine plus profond, que d'autres ne remontent dans la zone intercotidale qu'à la faveur de cuvettes, grottes, fentes, etc., qui les mettent à l'abri de la dessication, et qu'enfin il en est qui ne se trouvent que dans la zone intercotidale, comme si une émersion périodique leur était nécessaire. De plus, dans cette zone intercotidale elle-même, le peuplement n'est pas le même aux différents niveaux. Les auteurs ont décrit les diverses associations bionomiques qui se superposent en zones successives, et ont cherché à voir si les limites de ces zones correspondent à des différences tranchées dans le régime d'humidité.

Audouin et Milne-Edwards, les premiers, ont fait une étude de ce genre (1832). Elle a été menée de Granville au cap Fréhel, c'est-à-dire dans la région même dont je m'occupe à mon tour. Leurs conclusions méritent d'être reproduites en entier.

« En résumant nos observations sur la distribution topographique des animaux sans vertèbres de cette côte, nous avons cru pouvoir y distinguer d'abord quatre zones ou régions principales, comprises entre les limites des plus hautes et des plus basses eaux, régions qui sont en général assez nettement limitées, et qui sont caractérisées par les espèces qui y ont fixé leur demeure.

La plus élevée de ces zones, qui reste toujours à sec pendant les marées ordinaires, est peuplée de Balanes qui y vivent attachées sur les rochers ; mais, là où c'est une plage sablonneuse qui la forme, on n'y trouve que peu ou point d'animaux marins.

La seconde région commence un peu au-dessous du niveau de la mer haute pendant la morte-eau. Dans les points où il existe des rochers, ceux-ci sont ordinairement couverts de varecs et habités par des Turbots, des Patelles, des Pourpres, des Nasses, des Actinies rouges, etc. ; sur les plages formées par du sable fin, on peut espérer d'y rencontrer des Talitres ou des Orchesties, ainsi que des Térébelles et des Arénicoles ; enfin, dans les localités où le sol est vaseux, il existe presque toujours, outre ces dernières Annélides, des Nephtis et de petits Siponcles.

La troisième zone est principalement caractérisée par la présence des Corallines et ne découvre que lors des marées assez fortes ; les animaux qui l'habitent diffèrent suivant la nature des localités. Sur les rochers non bouleversés, mais battus des vagues, on voit souvent des Moules, des Patelles, etc. ; dans les points les mieux abrités, se fixent des Actinies vertes et des Ascidies composées ; dans les endroits où il existe beaucoup de grosses pierres qui ne tiennent pas au sol, on découvre, en les retournant, des Etrilles, des Porcellanes, des Doris, des Pleurobranches, des Haliotides, des Ascidies simples et composées, des Polynoés, des Serpules, des Planaires ; et lorsque les rochers sont confusément entassés les uns sur les autres, les interstices qu'ils laissent entre eux sont souvent tapissés d'Eponges, de Théties, de Lobulaires et d'Ascidies. La portion non rocailleuse de cette région est également peuplée d'un grand nombre d'animaux, qu'on ne

rencontre guère à des niveaux plus élevés. Si la plage est couverte de *Zostera marina*, que les habitants de cette côte appellent *Herbiers*, on est presque sûr de rencontrer, dans les flaques d'eau que la mer laisse en se retirant, des milliers de petites Cérites, et beaucoup de Rissoas ; enfin, dans les points, où le sable n'est pas mêlé de beaucoup de vase, on découvre souvent, à quelques pouces au-dessous du sol, des Bucardes, des Vénus, des Solens, ainsi que des Térébelles et d'autres Annélides.

Dans la quatrième zone, qui n'est mise à sec que dans les plus fortes marées, les rochers sont en général couverts de Laminaires et de diverses grandes plantes marines au milieu desquelles vivent de jolies Patelles *(Patella pellucida* Lam.*)*, certaines Astéries, des Actinies et plusieurs des animaux qui se rencontrent aussi dans la région précédente. Ce n'est guère que dans cette région que nous avons trouvé les Callianasses, les Axies et les Thies qui se tiennent enfoncés dans le sable fin, ainsi que les Bullées et les Pandores dont les mœurs sont analogues.

A un niveau plus inférieur, c'est-à-dire dans les fonds que la mer n'abandonne jamais, commence la cinquième région habitée par les Huîtres, les Calyptrées, les Peignes, certaines Portunes, les Majas, les Inachus, les Pises, les Pirimèles, les Pilumnes, les Aphrodites, diverses Serpules, des Phillodocés, des Polynoés, de grandes Astéries à aigrettes, etc.

Enfin, plus bas encore, c'est-à-dire alors loin des côtes, le fond des eaux ne paraît plus être habité, du moins dans nos mers, par aucuns de ces animaux.

Tels sont les principaux résultats auxquels nous ont amené nos diverses excursions zoologiques le long de la côte comprise entre Granville et le cap Fréhel, ou sur les écueils qui l'avoisinent ».

On voit que, dès le début, les auteurs cherchent à mettre en rapport les diverses zones bionomiques reconnues par eux, avec le régime d'émersion et d'immersion que subit le substratum à leur niveau.

Dans la suite, divers auteurs ont cherché à préciser, par des chiffres, le régime d'humidité subi par tel ou tel organisme. Nous nous limiterons aux travaux relatifs au littoral français, où la faune, la flore, et le milieu, restent suffisamment comparables d'un point à un autre. Assez longtemps, après ceux des auteurs précédents, les travaux de Vaillant (1873-1892) s'occupent tout spécialement du problème qui nous intéresse. Cet auteur nous donne des renseignements très précieux, établis avec un grand soin, sur les conditions réelles d'émersion que peut subir à Saint-Malo un Cirripède, qu'il appelle *Balanus balanoides*, et qui est en réalité, je crois pouvoir l'affirmer (voir p. 160), *Chthamalus stellatus*. En outre, il a essayé de mettre les limites supérieures de certaines espèces en rapport avec des niveaux remarquables de la marée : il trouve, de cette façon, qu'à Saint-Malo, la limite supérieure des *Balanus balanoides* (c'est-à-dire des Chthamales) coïncide sensiblement avec le niveau des plus basses mers de vive-eau ; à Ault, la limite supérieure de l'Annélide perforante *Leucodore ciliata* est très voisine du niveau moyen de la mer ; à Ault également, le *Balanus balanoides* atteint une altitude que l'auteur accepte comme voisine du niveau minimum des pleines mers de vive-eau, comme à Saint-Malo ; mais les chiffres qu'il donne montrent, qu'en réalité, ce niveau est assez loin d'être atteint ; la différence qui existe donc en fait avec Saint-Malo, s'explique, à mon avis, parce qu'il ne s'agit pas des mêmes organismes : le *Chthamalus stellatus*, que l'auteur avait étudié à Saint-Malo, ne se trouve vraisemblablement pas à Ault (voir, pour sa limite d'extension géographique, Fischer, 1928, n° 1), et là c'est sans doute le *Balanus balanoides* qui a été effectivement étudié.

Ces résultats ont une grande valeur ; je le répète parce qu'ils semblent avoir été quelque peu oubliés. On n'a prêté d'attention réelle qu'aux considérations théoriques qui les accompagnent, et qui sont certainement abusives. Vaillant, après avoir donné des conseils excellents pour qui

voudra compléter son étude (choisir des animaux fixés ; choisir des localités où l'amplitude des marées soit forte), admet implicitement que les résultats obtenus en une station donnée conserveront partout leur valeur, à ce point que, en étendant ces études, « on arriverait à établir une sorte d'échelle des niveaux, et, sur un point non connu quant au régime de ses marées, des indications assez positives sur celui-ci seraient données réciproquement par la simple considération des êtres habitant le rivage, notion qui pourrait présenter quelqu'utilité pratique ». En accord avec cette idée, il propose de subdiviser le domaine intercotidal en zone qui sont tout à la fois bionomiques et cotidales :

1re zone. Subterrestre		de	Pleine mer maxima d'équinoxe.
		à	Pleine mer minima de vive-eau.
2e zone. Littorale.	Sous zone I ..	de	Pleine mer minima de morte-eau.
	Sous zone II	à	Basse mer maxima de morte-eau.
	Sous zone III.	de	Basse mer maxima de vive-eau.
3e zone. Sublittorale		à	Basse mer minima d'équinoxe.

Les auteurs qui ont succédé à Vaillant ont mis à l'épreuve ces vues théoriques. Le travail le plus important est celui de Pruvot (1897). Il a fait un grand nombre de mesures concernant la limite supérieure (parfois aussi la limite inférieure) de répartition de quelques organismes fixés : Chthamales, Fucus, Zostères, Himanthalies et Laminaires. Les mesures ont été effectuées en de nombreux points de la côte, d'Audierne à Cherbourg, et particulièrement dans la région de Roscoff. Les chiffres obtenus (envisagés par rapport à la hauteur totale de la zone des marées) varient beaucoup d'un point à l'autre. Aussi, de ses tableaux de chiffres et de ses graphiques, Pruvot conclut (p. 581) qu'ils « montrent que le niveau supérieur des Laminaires suit, dans une certaine mesure, la marche des marées, toujours compris... entre le zéro et le plus haut niveau des basses mers de syzygies. Mais tous les autres n'accusent aucune relation suivie avec les courbes des marées. Là, encore, le niveau des Fucus se fait remarquer par sa sensibilité aux influences locales et l'irrégularité de son extension verticale, parfois n'arrivant même pas jusqu'au niveau de mi-marée et remontant, ailleurs, presque jusqu'à la ligne des pleines mers de vive-eau.

Ils établissent surtout, avec évidence, l'artificiel des divisions admises par M. Vaillant, tous les horizons empiétant sur plusieurs de ses zones et chaque zone renfermant une partie de plusieurs horizons ».

En somme Pruvot renonce à chercher des relations entre les zones cotidales et les zones bionomiques. D'ailleurs, il dit à la page 570, parlant à la fois de la région intercotidale et des régions plus profondes :

« J'ai montré déjà, à propos du golfe du Lion, comment la côte méditerranéenne refuse de se laisser découper en tranches horizontales d'épaisseur constante, et que les horizons bionomiques, réellement naturels, n'ont rien à voir avec les courbes de niveau. Il en est de même dans la Manche, quoique avec une apparence un peu moins démonstrative peut-être... »

Après cette étude d'ensemble vient (1911) un document relatif aux *Fucus*, que Stomps a étudiés à Nieuport. Leur limite supérieure (il s'agit évidemment des *Fucus platycarpus*) atteint, dans le port, 3 m. 70 à 3 m. 90 ; sur les brise-lames au bord de la mer : 4 m. 15 et même 4 m. 50. Or, « le niveau moyen des marées hautes à morte-eau ordinaire » est de 3 m. 84. Donc « dans le port, où l'eau reste tranquille, les Fucus se tiennent à un niveau où ils sont submergés par toutes les marées, même les plus faibles, tandis que sur les brise-lames les mouvements des vagues leur

permettent de s'élever à 0 m. 50 ou 0 m. 60 plus haut». L'auteur admet « que la présence des Fucus en un point donné dépend principalement de son degré d'humidité. » Voilà des conclusions bien différentes de celles de PRUVOT, mais qui, il est vrai, n'ont pas la même valeur générale, puisqu'elles ont été établies en un seul point sur une seule espèce. Aussi les naturalistes ne semblent-ils pas leur avoir attaché beaucoup d'importance. On verra, dans la suite, que j'arrive à des résultats absolument comparables à ceux de STOMPS. En 1927, sans avoir lu son travail, j'avais présenté mes premières observations dans une note préliminaire (n° 3), en donnant les résultats comme nouveaux. On voit qu'en ce qui concerne les *Fucus*, ils ne l'étaient pas entièrement.

DE BEAUCHAMP, voyant les choses de plus loin que PRUVOT, et sans trop s'attacher à des mesures précises, n'est pas si catégorique que lui. Il admet certaines correspondances, ou plutôt certains voisinages, entre des niveaux cotidaux et des limites bionomiques. « La zone des marées existe malgré tout au point de vue bionomique, et ses divisions bien choisies existeront aussi à condition qu'on ne s'attende pas à les voir arrêtées par un trait précis partout au même niveau ». Les voisinages s'établissent, non pas avec les maxima ou minima des pleines ou basses mers, que considérait VAILLANT, mais avec des niveaux moyens. Il constate ainsi, dans la région de Roscoff, que vers un mètre, niveau qui « n'est pas loin de la moyenne des basses mers de vive-eau », s'arrêtent des Laminaires ; que vers 3 mètres, limite qui « répond à peu près à la moyenne des basses mers de morte-eau », s'arrêtent les Zostères, les Cystosires, les Rhodymenia, et qu'à ce niveau les *Fucus serratus* deviennent prépondérants vis-à-vis des autres Fucus. Enfin « les Chthamales ne dépassent pour ainsi dire jamais la moyenne des pleines mers de vive-eau ». En somme, il rétablit partiellement, en le précisant quelque peu, le système d'AUDOUIN et MILNE-EDWARDS.

La conclusion qui ressort de l'ensemble de ces travaux plus ou moins contradictoires, a été excellemment exprimée dans le travail de DE BEAUCHAMP (p. 243) : nous nous trouvons en présence d'une « question complexe dont les travaux antérieurs n'ont donné aucune solution satisfaisante et sur laquelle je crains que celui-ci n'ait point paru non plus apporter de résultats bien nets ». L'auteur ajoute que cette question est « insoluble en toute rigueur, les divisions biogéographiques ayant pour caractère d'avoir bien moins encore que les divisions taxonomiques des limites tranchées et constantes. » Je vais cependant essayer d'y apporter un peu de clarté.

CHAPITRE II

Influence de l'émersion

§ I[er]. — Préliminaires

L'émersion que subit la zone intercotidale, et qui est d'autant plus importante que l'on considère un niveau plus élevé, limite l'extension vers le haut des divers organismes marins. Cette limite supérieure de répartition de chaque espèce varie beaucoup d'un point à un autre : c'est là le résultat, indiscutable, de Pruvot. Mais le désordre que traduit l'allure des graphiques donnés par cet auteur n'est peut-être qu'apparent, et il est permis d'essayer d'élucider les causes de ces irrégularités. Une notion me paraît à peu près évidente, et peut-être les auteurs précédents l'ont-ils admise aussi ; mais ils en ont rarement tiré parti : l'irrégularité de la limite supérieure de chaque organisme, est due à des altérations locales du régime d'humidité : tout ce qui augmente ou retient l'humidité en un point fera remonter plus haut les espèces en ce point ; tout ce qui facilite la dessication agira en sens contraire.

Je me suis donc adressé, pour effectuer des mesures de l'altitude limite atteinte par telle ou telle espèce, à divers points différents les uns des autres par des particularités bien visibles : par exemple, les uns soumis aux vagues, qui mouillent la berge plus haut, et les autres situés dans un domaine abrité : par la comparaison des chiffres obtenus, on peut se faire une idée de l'importance des vagues à ce point de vue ; et de même pour divers facteurs agissant sur l'humidité. Si les résultats ainsi obtenus ont, à l'épreuve, une certaine précision (et ils en ont une), il devient possible de se placer dans des conditions bien définies, en supprimant ou conservant tels ou tels des agents modificateurs du régime d'humidité, et d'examiner si, en tous les points où cette similitude des conditions est réalisée, l'étude de la limite supérieure des organismes donne des résultats semblables. Et s'il en est ainsi, on peut ensuite aborder la question de savoir si les niveaux atteints par les diverses espèces coïncident avec des niveaux remarquables de la marée.

Ce plan d'études théorique, idéal, ne sera pas entièrement exécuté, loin de là ; j'ai pu cependant effectuer un certain nombre de tentatives, me trouvant placé dans des conditions extrêmement favorables au point de vue de la variété des domaines que l'on trouve dans la région de Saint-Malo et dans la Rance maritime : j'ai eu ainsi la disposition de plusieurs stations placées dans des conditions particulièrement simples et claires, comme la suppression totale des vagues. De plus, l'amplitude exceptionnelle des marées, dans la région de Saint-Malo, favorise grandement les études de ce genre, ainsi que Vaillant le faisait déjà remarquer.

§ II. — Méthodes

Mon étude s'appliquera presqu'exclusivement, suivant le conseil de Vaillant, aux organismes fixés. Je fournirai aussi, avec une légère réserve, des renseignements sur certains organismes rampants. Par exemple sur des Actinies, dont les déplacements sont extrêmement lents, et sur quelques Mollusques Gastéropodes. Les Patelles seront pratiquement considérées comme des organismes fixés. Il est vrai qu'elles peuvent effectuer certains trajets (approchant 1 mètre, d'après Davis), mais chacune d'elles possède une place attitrée, où elle revient presque toujours. Ce fait, découvert par Roberts en 1847, a été confirmé plusieurs fois, et dans des conditions

particulièrement démonstratives par H. Fischer. En ne tenant compte que des individus se trouvant au gîte, ce qui se reconnaît à ce que le bord de la coquille épouse toutes les irrégularités de la roche, on peut donc obtenir des mesures très valables sur les limites de leur répartition.

Je me suis limité, d'autre part, à l'étude des parois rocheuses; autant que possible verticales, ou au moins très inclinées ; autant que possible planes, ou ne présentant que de légères irrégularités. Il est bien évident que toutes les irrégularités des rochers, fentes, dépressions, etc., ont leur influence sur la rapidité de l'évaporation de l'eau apportée par la marée. D'ailleurs, il est bien plus facile de mesurer la distance verticale d'un point à un autre, sur une paroi verticale que sur une paroi inclinée.

Les mesures sont effectuées dans les conditions suivantes. Dans les points où j'ai choisi des repères dont j'ai déterminé l'altitude avec soin (voir Port-Saint-Jean, p. 81), elles sont de préférence rapportées à ces repères. Dans les autres cas, je les rapporte à un *niveau de marée haute ou basse*. Cette méthode, employée par De Beauchamp dans ses derniers travaux, est beaucoup plus précise que celle qu'a employé Pruvot et qui consiste à mesurer l'altitude par rapport au niveau de la mer à un moment *quelconque* de la marée, en notant l'heure, puis à calculer la hauteur de l'eau par rapport au zéro, d'après les courbes de la marée ; elle exige seulement de choisir, pour se rendre à la grève, le moment d'une pleine ou d'une basse mer, et une marée dont l'amplitude amène l'eau à un niveau voisin de celui que l'on veut étudier (1). Cette méthode est utilisable dans la plupart des cas, car la plupart des niveaux bionomiques intéressants se trouvent, la suite nous le montrera, assez proches des niveaux des pleines mers ou des basses mers. Quelques-uns, cependant, se situent dans la zone comprise entre les pleines et basses mers de morte-eau : ils ne peuvent alors être rapportés facilement à un niveau de haute ou basse mer que si la paroi rocheuse est bien verticale (maçonnerie) ; s'il n'en est pas ainsi, je procède comme il suit : je me rends à la grève au moment d'une basse mer de morte-eau ; j'effectue une mesure approximative, avec le double-mètre, par rapport à ce niveau de basse mer ; j'attends ensuite que la mer monte au niveau étudié, je note l'heure et en déduis l'altitude d'après les courbes de la marée. Si les résultats obtenus par ces deux procédés différents concordent, je m'en contente ; s'ils sont discordants, je les rejette.

En dépit de ces précautions, il est justifié d'avoir des doutes, et d'exprimer des réserves, sur la valeur des résultats obtenus. En premier lieu, les limites supérieures des organismes ne sont pas des lignes si nettes, ni si droites, que l'on puisse mesurer leur altitude au centimètre près, loin de là ; je dirai cependant que, dans certain cas, et notamment dans le cas où les vagues sont éliminées (certaines régions de la Rance et des ports), il est fréquent que, dans les conditions où je me place (paroi verticale, etc.), ces lignes soient réellement bien tranchées et que je n'aie pas jugé absurde de leur attribuer une altitude à 5 centimètres près, approximation égale à celle que donne l'annuaire pour les hauteurs d'eau. Cela veut dire seulement que la lecture sur le mètre peut se faire à 5 centimètres près, mais n'empêche pas que l'altitude absolue ne soit que très grossièrement approchée, en raison des causes d'erreurs que je n'ai pu éliminer (irrégularités de la marée, etc.). En second lieu, il est possible que les niveaux atteints par les organismes soient susceptibles de se modifier pendant les années sèches ou humides (pendant les années où j'ai fait mes recherches, le climat était assez uniforme), ou selon l'époque et les circonstances de la fixation des embryons, etc. Toutes ces remarques m'incitent à ne présenter que sous réserves les mesures suivantes, qui ne constituent qu'une première approximation.

---

(1) En outre, on choisit des journées où le vent est faible et ne modifiera pas beaucoup le niveau de l'eau : bien entendu, la pression barométrique est notée, et j'effectue, à son sujet, la correction voulue.

§ III. — Résultats dans la région de Saint-Malo

J'ai dit que j'ai pu étudier des berges rocheuses placées dans des conditions assez variées. Il est de ces conditions que je choisis comme base de comparaison, et je donne d'abord le résultat de l'étude des berges qui s'y trouvent. Ces conditions sont les suivantes.

Paroi rocheuse verticale, dépourvue d'anfractuosités, propre (dépourvue de tout enduit de vase), baignée par une eau toujours exempte de vagues, abritée en outre des vents dominants (ouest et nord-ouest) et sur laquelle les organismes soient un peu clairsemés, au moins les Algues qui doivent se trouver à l'état de touffes assez isolées, et non à l'état de manteau serré.

Voici les raisons de ce choix. *On peut considérer que l'humidité (l'humidité marine, ou salée, si je puis dire) qui atteint une roche de la zone intercotidale peut être décomposée en* : 1° *humidité de la marée* ; 2° *humidité résiduelle et humidité surajoutée. Résiduelle* : *c'est l'eau de mer (apportée par la marée) dont l'écoulement et l'évaporation sont entravés, par la faiblesse de la pente, les anfractuosités, une couche de vase retenant l'eau par imbibition, un manteau d'Algues jouant le même rôle. Surajoutée* : *l'eau de mer portée par les vagues et les embruns à une altitude qu'elle n'atteindrait pas en l'absence de ces agents.*

En somme, je me place dans des conditions voisines de celles, idéales, où agirait purement et simplement le phénomène de la marée, le seul qui nous intéresse réellement dans le problème que j'aborde. Il est bien entendu que l'eau apportée par la marée ne saurait disparaître instantanément lorsque la mer s'en va, et qu'il en demeure obligatoirement une partie résiduelle. Mais je me place dans des conditions où cette partie, réduite au minimum, est soumise à l'écoulement et à l'évaporation dans des conditions définies et comparables (en tenant compte, ainsi que je vais le faire, de l'exposition au soleil).

Plusieurs points, situés, soit dans l'avant-port de Saint-Malo, soit dans la Rance, répondent sensiblement aux conditions voulues.

1° Le port de Saint-Malo

Le port d'échouage de Saint-Malo, sur lequel s'ouvrent les écluses des bassins à flot, est assez bien protégé contre la houle, par le fait qu'il donne sur l'embouchure de la Rance et non sur la côte même, et par une digue incurvée (môle des Noires) qui ne laisse accéder au port que par le sud (voir la fig. 8).

L'action de la houle est encore sensible sur celle des parois de l'avant-port qui fait face à l'entrée (A_1 A_2 sur le plan), mais, sur les autres parois, elle est très amortie sans toutefois être entièrement supprimée. Ces autres parois sont en même temps abritées des vents dominants qui, même en l'absence de houle, créent le clapotis.

J'indique soigneusement, et avant toute chose, l'orientation de la paroi, qui a, on s'en rendra compte, une influence énorme sur l'altitude atteinte par les divers organismes, aussi bien animaux que végétaux. C'est sur elle que je base l'ordre de l'exposé. Les points étudiés sont désignés par des lettres portées sur le plan.

Point a. — Exposition au nord

N° 1.	*Enteromorpha compressa* 11 m. 25 à 11 m. 65, moyenne	11 m. 45
2.	*Balanus balanoides* 9 m. 10 à 9 m. 30, moyenne..	9 m. 20
3.	*Ascophyllum nodosum*	9 m.
4.	*Fucus vesiculosus*	9 m.

Point b. — Exposition au nord-est

Sur cette maçonnerie, neuve et très lisse, les espèces s'arrêtent par des lignes beaucoup mieux tranchées que sur la précédente.

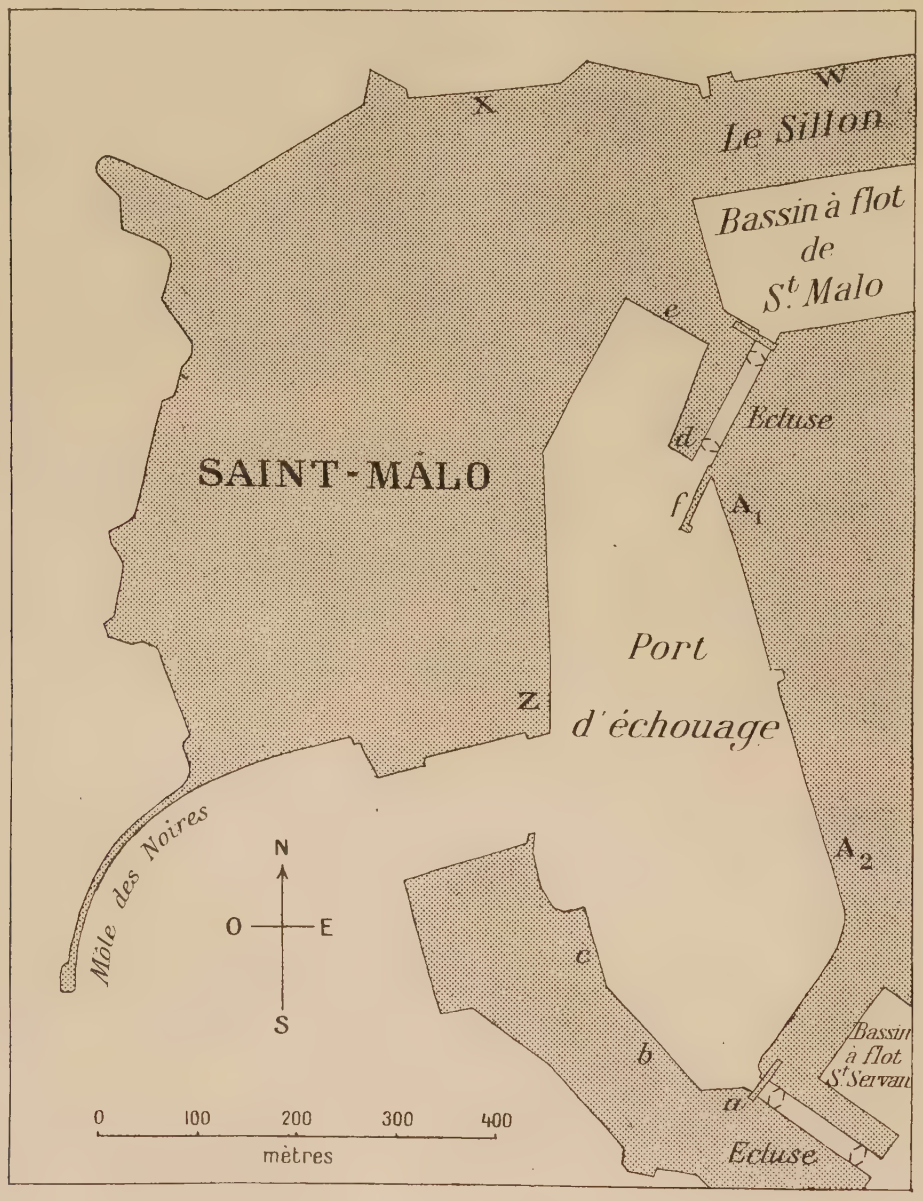


Fig. 8. — Port de Saint-Malo

N° 5.	*Enteromorpha compressa*	11 m. 45
6.	*Patella vulgata* var. *conica*. Environ	9 m. 65
* 7.	*Fucus platycarpus*. 9 m. 45 à 9 m. 55, moyenne..	9 m. 50
8.	*Balanus balanoides*	9 m. 25
9.	*Fucus vesiculosus*. 8 m. 85 à 8 m. 95, moyenne...	8 m. 90

Point c. — Exposition à l'est-nord-est

N° 10.	*Pelvetia canaliculata*	9 m. 95
11.	*Fucus platycarpus*	9 m. 35
*12.	*Balanus balanoides*	9 m. 25

Point d. — Exposition à l'est-sud-est

N° 13.	*Balanus balanoides*	9 m.

Point e. — Exposition au sud-sud-ouest

N° 14.	*Balanus balanoides*. 8 m. 05, 8 m. 20, 8 m. 25. Moyenne	8 m. 15

Point f. — Exposition à l'ouest-nord-ouest

N° 15.	*Fucus platycarpus*	9 m. 30
16.	*Balanus balanoides*	9 m. 20
17.	*Fucus vesiculosus*	9 m.

Sur les quais même de Saint-Malo, de e à Z, où viennent accoster les vapeurs, il n'y a pas d'algues, et la faune ne peut se maintenir aux niveaux élevés à cause des frottements continuels.

2° Port Saint Jean - Port Saint Hubert

L'étude du port de Saint-Malo, seul point du littoral qui soit à peu près à l'abri de la houle, est évidemment insuffisante. Elle ne nous a d'ailleurs donné de renseignements que sur un très petit nombre d'organismes, ceux qui n'exigent ni vagues ni courants, et vivent aux niveaux élevés, seuls représentés. La Rance nous ouvrira d'autres possibilités, puisque nous y trouvons des berges s'étendant sur toute la hauteur de la zone des marées, et que, sur ces berges, aussi bien abritées de la houle que l'est le port (et même encore mieux, en des points comme Cancaval et Port-Saint-Jean), l'action du courant permet l'existence d'espèces très variées.

J'étudierai d'abord et surtout la station de Port Saint-Jean - Port Saint-Hubert, qui présente de grands avantages.

L'existence de parois verticales maçonnées s'étendant sur presque toute la hauteur de la zone des marées constitue l'avantage. Ces parois sont les piliers quadrangulaires du pont suspendu en construction. Il faut y ajouter la muraille de Port-Saint-Hubert (M sur le plan, p. 80 (1). La protection contre les vents dominants est assurée par la haute falaise de Port-Saint-Hubert.

En regard de cette particularité avantageuse, une autre existe qui, au contraire, pourrait inciter à douter de la valeur des résultats obtenus : l'eau subit des altérations, notamment dans sa teneur en sels, qui est fréquemment abaissée (voir p. 82). Je propose néanmoins mes résultats comme valables, jusqu'à ce qu'il ait été prouvé que les espèces qu'ils concernent, subissent mieux ou moins bien la dessication lorsqu'elles se trouvent en un milieu à salure variable, que lorsqu'elles se trouvent en un milieu marin normal, toutes les autres conditions étant égales. D'ailleurs, je pourrai, dans certains cas, apporter des justifications à ma façon de voir.

A Port Saint-Jean - Port Saint-Hubert, nous avons des parois orientées au Nord-Nord-Ouest, au Sud-Sud-Est, à l'Est-Nord-Est et à l'Ouest-Sud-Ouest.

---

(1) Il y aussi la cale de Port-Saint-Hubert, mais les conditions y sont mauvaises : elle porte un manteau d'algues trop serrées, et, bien qu'orientée au Sud-Ouest, elle reçoit de bonne heure l'ombre de la pile et de la falaise de Port-Saint-Hubert.

Parois orientées au Nord-Nord-Ouest

Chacun des piliers présente une de ses faces dans cette orientation. Les altitudes que je donne ici sont légèrement plus fortes que celles que j'avais indiquées dans une note préliminaire (n° 3, 1927) : en renouvelant mes mesures plusieurs fois et avec soin, je me suis rendu compte que ces légères corrections (10 à 15 cm.) étaient nécessaires.

N° 18. *Pelvetia canaliculata* ..... 10 m. 30
19. *Fucus platycarpus* ..... 9 m. 35
20. *Balanus balanoides* ..... 9 m. 10
21. *Patella vulgata* ..... 9 m. 10
22. *Ascophyllum nodosum* ..... 9 m. 10
23. *Fucus vesiculosus* ..... 8 m. 95
24. *Fucus serratus* .... Quelques touffes jusqu'à ..... 8 m. 95
Plus abondants à partir de ..... 7 m. 80
25. *Balanus perforatus.* Individus épars jusqu'à ..... 5 m. 25
Association dense, environ ..... 4 m. 15

Parois orientées au Sud-Sud-Est

Ce sont : la muraille de Port-Saint-Hubert, et des parois rocheuses avoisinantes qui sont à peu près verticales et planes ; une des faces du pilier de Port-Saint-Hubert ; une des faces du pilier de Port-Saint-Jean.

Sur la muraille de Port-Saint-Hubert et les rochers voisins, ceux des organismes qui se prêtent aux mesures m'ont donné les résultats suivants :

N° 26. *Verrucaria maura* .. Jusqu'à ..... 13 m. 25
En général ..... 12 m. 65
27. *Lichina confinis.* 4 régions favorables, donnant respectivement 12 m. 15, 12 m. 15, 12 m. 25, 12 m. 25. Moyenne ..... 12 m. 20
28. *Littorina saxatilis,* espèce ambulante, individus clairsemés. Environ ..... 10 m. 35
29. *Pelvetia canaliculata* ..... 10 m. 10
30. *Chthamalus stellatus.* Limite des individus les plus élevés, très clairsemés. Environ ..... 9 m. 65
Limite approximative de l'association plus dense.. 9 m. 20
31. *Patella vulgata* var. *conica.* Environ ..... 8 m. 65
32. *Fucus platycarpus* ..... 8 m. 40
33. *Trochocochlea lineata,* espèce ambulante, individus clairsemés. Environ ..... 8 m. 30
34. *Balanus balanoides* ..... 8 m. 20
35. *Ascophyllum nodosum* ..... 8 m. 20
36. *Littorina littorea, Gibbula umbilicalis.* Même limite ? Très difficile à apprécier. (?) 8 m. 20
37. *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis.* Individus dont l'extrémité est fixée dans une jointure, mais qui en émergent largement ..... 7 m. 20
38. *Actinia equina,* à même sur la paroi verticale. Environ ..... 7 m. 20

Sur les faces Sud-Sud-Est des piliers de Port-Saint-Jean et Port-Saint-Hubert, j'ai trouvé :

N° 39. *Pelvetia canaliculata* ..... 9 m. 35
40. *Fucus platycarpus* ..... 8 m. 80
41. *Balanus balanoides* ..... 8 m. 35

42. *Ascophyllum nodosum* { Port-Saint-Hubert ..... 8 m. 40
Port-Saint-Jean ..... 8 m. 25
43. *Patella vulgata* (typiques)..... 8 m. 40

Parois orientées à l'Est-Nord-Est

La muraille de Port-Saint-Hubert comporte des annexes de faible étendue orientées Est-Nord-Est. On y trouve :

N° 44. *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis* ..... 7 m. 90
45. *Actinia equina*..... 7 m. 90

Une face du pilier de Port-Saint-Hubert est dans la même orientation. Malheureusement, aux niveaux les plus intéressants (ceux où les Fucacées, les *Balanus balanoides* et les Patelles ont leur limite supérieure), la maçonnerie forme un ressaut. Ce n'est qu'aux niveaux bas que des mesures peuvent être faites dans de bonnes conditions :

N° 46. *Balanus perforatus.* { Individus isolés, jusqu'à..... 4 m. 75
Population dense. Environ ..... 3 m. 90
47. *Halicondria panicea.* Environ ..... 3 m. 85
48. *Hymeniacidon caruncula.* Environ..... 3 m. 65
49. *Bowerbankia imbricata.* Environ ..... 3 m. 45

Paroi orientée à l'Ouest-Sud-Ouest
du pilier de Port-Saint-Jean

N° 50. *Balanus perforatus* { Individus isolés, jusqu'à ..... 4 m. 15
Population dense. Environ..... 3 m. 90

Pour revenir à la question d'une influence possible de l'eau douce, nous pouvons maintenant comparer les résultats obtenus à Port-Saint-Jean avec ceux du port de Saint-Malo où ne se manifeste pas la moindre dessalure. La comparaison est possible pour ceux des organismes qui existent à la fois en ces deux stations. Elle doit être faite dans des conditions d'orientation aussi semblables que possible. Comparer :

Pelvetia canaliculata	N^{os} 10 et 18	Différence.....	0 m. 35
Fucus platycarpus	N^{os} 7 et 19	—	0 m. 15
—	N^{os} 15 et 19	—	0 m. 05
Balanus balanoides	N^{os} 2 et 20	—	0 m. 10
—	N^{os} 16 et 20	—	0 m. 10
—	N^{os} 14 et 34	—	0 m. 05
—	N^{os} 14 et 41	—	0 m. 20

On voit que les différences sont insignifiantes, surtout si l'on tient compte de l'amplitude des marées (une différence de 0 m. 13 ne représente qu'un centième de cette amplitude totale).

La plupart d'entre elles montrent un très léger abaissement à Port-Saint-Jean, qui s'explique beaucoup mieux par le fait que l'eau y est encore plus calme qu'à Saint-Malo, que par une action hypothétique de l'eau douce. Le seul écart notable est celui qui concerne *Pelvetia canaliculata* : or, il s'agit ici d'une espèce dont les propriétés sont tellement particulières (voir 4^{e} partie, p. 203) qu'on ne peut parler pour elle d'un niveau supérieur.

Il n'est donc pas risqué de généraliser et d'admettre, comme valables, les mesures effectuées à Port-Saint-Jean sur d'autres espèces, au moins sur celles des niveaux élevés. Aux niveaux bas où la dessalure est particulièrement forte, les mesures sont davantage sujettes à caution, mais doivent cependant donner une assez bonne approximation.

3° Cancaval et La Briantais

Pour compléter les renseignements obtenus à Saint-Malo et Port-Saint-Jean, adressons-nous à quelques autres points de la Rance choisis parmi les stations riches en espèces. A Saint-Suliac, les rochers sont presque tous en pente trop douce. J'ai fait quelques mesures à Cancaval et La Briantais. La salinité y est absolument normale ; mais à Cancaval la roche est tourmentée, surtout aux niveaux élevés, et rares sont les surfaces verticales de quelque étendue : la reconnaissance d'une limite de répartition des organismes situés dans les conditions voulues, est une opération où entre une certaine part d'appréciation ; à La Briantais cet inconvénient est moindre, mais la station est mal protégée des vents dominants, et la houle n'y est pas toujours entièrement annulée (quoique toujours faible aux niveaux bas). Pour ces raisons je me limiterai à un certain nombre de mesures indispensables, à titre de complément.

Parois orientées au Nord

Flanc nord de la pointe de Cancaval :

Verrucaria maura, 12 m. 70 et 13 m. 10, moyenne	12 m. 90
Lichina confinis	11 m. 90

La Briantais :

Dendrodoa grossularia. Environ	4 m. 05
Circinalium concrescens. Environ	4 m. 05
Distomus variolosus. Environ	3 m. 15
Raspailia hispida. Environ	3 m. 15

Parois orientées au Sud (Cancaval)

Atriplex portulacoides sur un talus meuble, mais à très forte pente. La limite est bien tranchée	13 m. 10
Verrucaria maura	12 m. 30
Lichina confinis	12 m. 10
Lichina pygmæa	9 m. 40
Patella intermedia	8 m. 70
Rivularia bullata	8 m. 40
Balanus perforatus. Epars jusqu'à	4 m. 75
Balanus perforatus. Population dense. Environ	4 m.
Mélobésies, *Corallina officinalis*, *Patella vulgata* var. *major*, *Patella depressa* var. *athletica.* Limite commune, très approximative	3 m. 15
Dendrodoa grossularia. Environ	2 m. 70
Rhodymenia palmata. Environ	2 m. 25
Laminaires. Environ	1 m. 60

3° Interprétation des résultats

Ces résultats, obtenus en l'absence d'humidité résiduelle ou surajoutée, nous donnent l'expression de l'influence réelle de la marée sur les organismes (et, en même temps, de l'intervention du soleil). Ils nous permettent d'aborder les problèmes des subdivisions bionomiques de la zone littorale et de leur mise en parallèle avec les subdivisions cosidales. Mais je ne développerai ces questions qu'après avoir cherché des documents complémentaires dans d'autres régions,

soumises à d'autres amplitudes de la marée, afin de disposer d'une base plus large et plus solide pour y asseoir des conclusions. Parmi les autres stations que j'étudierai, il en est où interviennent quelque peu l'humidité résiduelle ou surajoutée : je devrais donc exposer d'abord l'étude de l'influence de cette humidité, étude dont les résultats devront aussi intervenir dans les conclusins du présent chapitre. Cependant, pour des raisons de commodité, cette étude prendra place plus loin. J'y renverrai, le cas échéant.

Je n'ai pu étudier de domaine comparable à la Rance, qui s'enfonce suffisamment dans les terres pour éliminer entièrement la houle du large. Mais de nombreux ports sont comparables à celui de Saint-Malo, où la protection est déjà très bonne. Je me suis adressé aux ports de la Manche, de Saint-Malo à Dunkerque, les plus faciles d'accès. Bien entendu, je n'obtiens de la sorte que des renseignements sur quelques organismes des niveaux élevés, essentiellement *Fucus platycarpus* et *Balanus balanoides* (les *Pelvetia, Fucus vesiculosus, Ascophyllum, Patella,* sont très mal représentés dans les ports en question, et, le plus souvent font entièrement défaut). Dans chaque port, à l'aide des échelles disposées par les Ponts et Chaussées, et en me servant de la mer (prise de préférence à une étale de marée haute) comme niveau d'eau pour effectuer les lectures en des points situés à quelque distance des échelles, j'ai établi l'altitude des limites supérieures des espèces en question, au dessus du zéro des cartes (1). Ensuite (et non avant, pour éviter d'être influencé dans mes observations, par des idées *a priori*), j'étudiais l'annuaire des marées pour connaître les niveaux cotidaux remarquables, et la position des niveaux bionomiques par rapport à eux.

Des difficultés théoriques se présentent. La marche du phénomène de la marée n'est pas semblable d'un port à l'autre. Par exemple, le niveau des pleines mers de morte eau varie d'une façon qui n'est pas proportionnelle à l'amplitude totale des marées ; d'autre part, le zéro, qui est en principe le niveau atteint par la marée la plus basse observée, a été; en fait, déterminé de façon variable pour chaque localité ; etc. Comment, dans ces conditions, peut-on essayer des comparaisons valables d'un point à un autre ?

Pour tourner les difficultés, j'ai tenu compte du fait suivant. Si l'on considère une marée s'étant produite un certain jour dans un certain port, par exemple la marée du 30 mars 1896 (2) à Saint-Malo, et qu'on prenne note des niveaux (marée haute, basse) atteints dans d'autres ports par la même marée, on sait que, le jour où se produira de nouveau à Saint-Malo une marée identique à celle du 30 mars 1896, cette même marée atteindra, dans les autres ports aussi, les mêmes niveaux qu'elle y avait atteints le 30 mars 1896 (3).

Par conséquent, pour connaître quel est, dans chaque port, le niveau qui correspond au zéro de Saint-Malo, il suffit de considérer une marée qui, à Saint-Malo, soit descendue au zéro : c'est le cas de celle du 30 mars 1896. Ce jour-là, la marée haute fut à Saint-Malo de 13 mètres. Bien que ce niveau ne représente pas le niveau maximum des pleines mers de vive eau (presque chaque année une marée atteint 13 m. 15), je le prendrai comme un repère situé vers la limite supérieure des marées, et lui comparerai les niveaux atteints dans les autres ports le même jour.

Il nous faut ensuite trouver des repères entre les deux précédents. Il ne suffit pas de prendre des marées d'un coefficient déterminé, par exemple le coefficient 45, admis comme représentant les marées moyennes de morte eau. Car les pleines mers des marées de coefficient 45 sont repré-

---

(1) Les échelles donnent souvent l'altitude au-dessus du radier (seuil) d'une écluse, et non au-dessus du zéro. Il y a alors une correction à faire, additive ou soustractive selon les cas.

(2) Déjà utilisée par PRUVOT.

(3) Bien entendu, ceci s'applique aux niveaux prévus par l'annuaire, et non aux niveaux observés en fait et commandés par la pression barométrique, les vents, etc.

sentées dans l'annuaire par les chiffres assez variables. Je me suis décidé à définir des « niveaux moyens » des pleines ou basses mers des mortes ou vives eaux en calculant la moyenne de toutes les marées, soit de morte eau, soit de vive eau, d'une année. Dans cette définition j'ai tenu compte du fait suivant. On sait que, dans nos régions, contrairement à ce qui se produit dans certaines mers (Chine et surtout Tonkin) où l'onde diurne est prépondérante, c'est l'onde semi-diurne qui l'emporte et détermine deux marées par jour ; mais l'influence de l'onde diurne fait que ces deux marées sont d'amplitude différente. Par exemple, à Saint-Malo, l'une des deux séries de marée haute dépasse l'autre de 20 centimètres en morte-eau. J'ai donc noté, dans chaque période de morte-eau, la marée la plus « morte » de *chacune* des deux séries ; et c'est de ces marées (50 par an, en général) que je fais la moyenne générale au bout de l'année. De même pour les autres niveaux moyens.

Les niveaux atteints par les *Fucus platycarpus* et *Balanus balanoides* dans le port de Saint-Malo, sont assez proches du *niveau moyen des pleines mers de morte-eau,* qui, calculé comme il vient d'être dit (pour l'année 1927), est de 9 m. 08. Nous allons suivre, dans les autres ports, d'une part, la limite supérieure des mêmes organismes, d'autre part, le niveau moyen des pleines mers de morte-eau, pour voir s'ils conservent la même proximité.

§ IV. — De Saint-Malo à Dunkerque

Je rappelle que je ne tiens compte que des individus situés sur paroi verticale, en éliminant ceux qui peuvent remonter à la faveur d'abris naturels (jointures ou simples irrégularités de la pierre, feutrage d'algues vertes, etc.).

1° Cherbourg

Repères cotidaux

Le 30 mars 1896, la mer oscilla, à Cherbourg, de 0 m. 05 à 6 m. 75. Dénivellation : 6 m. 70.

Niveaux des P. M. de M. E. du 1/8/26 au 1/8/27	supérieur	5 m. 35
	moyen.	4 m. 82
	inférieur	4 m. 45

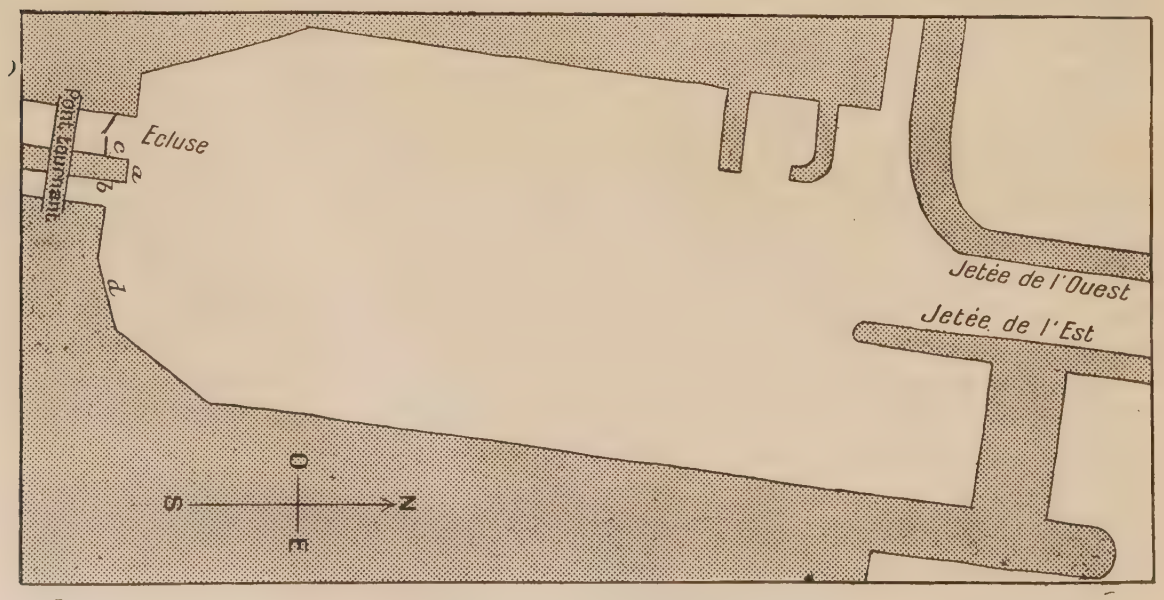


Fig. 9. — Port de Cherbourg

Etude bionomique

Le port de marées, orienté Nord-Sud, est bien protégé, d'abord par les digues de mer, puis par les deux jetées (voir fig. 9). On y trouve, dans des conditions favorables pour l'étude, des *Fucus platycarpus* et des *Balanus balanoides*. Je n'avais pu qu'esquisser leur étude lors d'une rapide visite, et les résultats sont presque entièrement dûs aux observations que M. Herpin, avec beaucoup de compétence et de dévouement, a bien voulu faire ensuite pour moi.

* Point *a*. Exposition au Nord. *Fucus platycarpus* ..... 5 m. 05
* Point *d*. Exposition au Nord. *Fucus platycarpus* ..... 5 m. 05
* Point *b*. Exposition à l'Est. *Balanus balanoides* ..... 5 m.

Au point *c*, exposé à l'Ouest, existent des *Balanus balanoides* dont la limite supérieure est une ligne oblique. Elle s'élève en allant vers les portes de l'écluse, qui lui font ombre une partie de la journée (des maisons du quai contribuent aussi à faire ombre) et s'abaisse vers l'autre extrémité, plus constamment ensoleillée. Cette limite n'est donc pas utilisable pour nos mesures. Celles-ci ont été effectuées dans la période d'août 1927 à juin 1928.

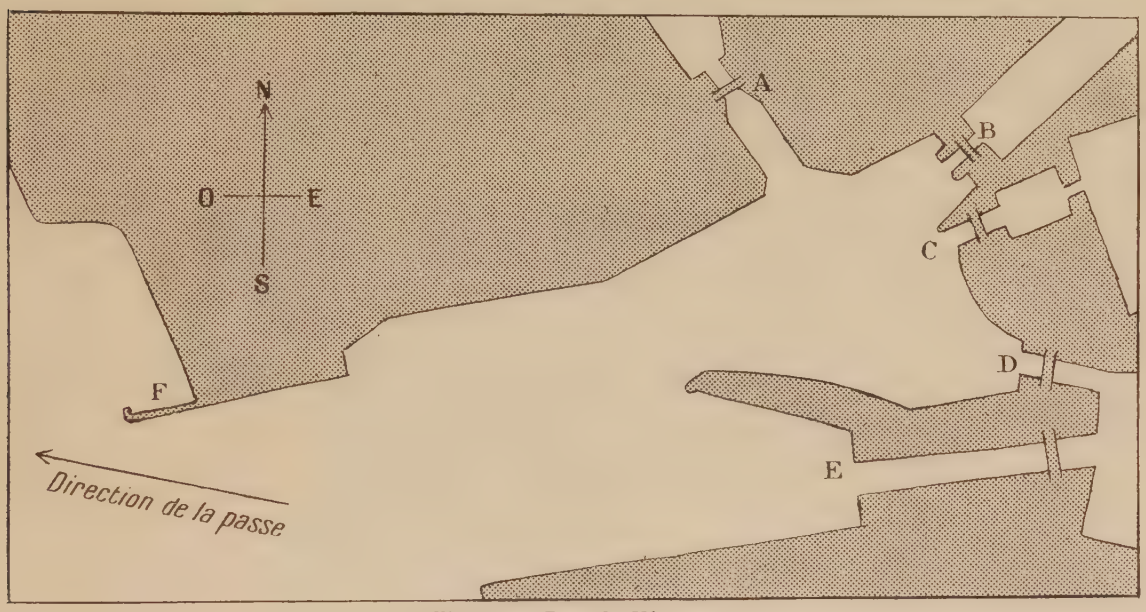


Fig. 10. — Port du Hâvre.

2° Le Havre

Repères coidaux

Marée du 30 mars 1896 : de 0 m. 25 à 8 m. 20. Dénivellation : 7 m. 95.

Niveaux des P. M. de M. E. du 1/7/26 au 1/7/27 ..... supérieur 6 m. 90 ; moyen 6 m. 39 ; inférieur 6 m.

Etude bionomique effectuée en juin 1927 et juin 1928. Sur la figure 10 on se rend compte que les différents points étudiés (marqués par des lettres) sont très inégalement protégés contre la houle. Le mieux protégé est le point A (écluse Notre-Dame). La protection paraît moins bonne (1) en allant vers E, et surtout à la jetée du sémaphore (F).

(1) Je n'ai pu en juger exactement, n'étant passé au Hâvre que par temps calme.

Point A, écluse Notre-Dame. Paroi orientée au Sud-Ouest.

Fucus platycarpus ..... 6 m. 45
Balanus balanoides ..... 6 m. 55

Point B, pont de la Barre.

*Exposition au Nord-Ouest. *Fucus platycarpus* ..... 6 m. 55
*Exposition au Sud-Est. *Balanus balanoides* ..... 6 m. 55
Exposition au Sud-Ouest. *Fucus platycarpus* ..... 6 m. 40
Balanus balanoides ..... 6 m. 50

Point C, entrée du sas du bassin de la citadelle.

Exposition au Nord-Nord-Ouest. *Balanus balanoides* ..... 6 m. 70

Point D, pont des Transatlantiques.

Exposition au Nord-Nord-Est. *Balanus balanoides* ..... 6 m. 85
Exposition au Sud-Sud-Ouest. *Balanus balanoides* ..... 6 m. 60

Point E, écluse de la Floride.

Exposition au Sud. *Balanus balanoides* ..... 6 m. 80
Exposition à l'Ouest. *Balanus balanoides* ..... 6 m. 90

Point F, jetée du sémaphore.

Exposition au Nord. *Fucus platycarpus* ..... 6 m. 80

3° Fécamp

Le port de Fécamp ne se prête aucunement à des mesures précises. En effet, les maçonneries y sont, non pas verticales, mais inclinées ; le sas de l'écluse fait exception, mais se trouve dans des conditions mauvaises en raison de l'ombre portée par un pont. En outre, la houle entre très largement dans tout l'avant-port, même par des journées relativement calmes. Devant ces conditions particulières, j'ai renoncé à l'étude. Je dois, cependant, noter que des *Patella vulgata* var. *conica* étaient nombreuses en un point du port, et y avaient, de même qu'à Saint-Malo, la même limite supérieure que les *Fucus platycarpus*.

4° Dieppe

Repères cotidaux

Marée du 30 mars 1896 : de 0 m. 05 à 9 m. 75. Dénivellation : 9 m. 70.

Niveaux des P.M. de M.E. en 1927. supérieur ..... 7 m. 95
moyen ..... 7 m. 05
inférieur ..... 6 m. 30

Etude bionomique (17 mars 1928)

Comme dans les cas précédents, j'ai marqué sur le plan (fig. 11), les points où existent des organismes ayant une limite tranchée, susceptible d'être mesurée. Les mieux protégés de ces points, ceux où les résultats ont donc le plus de valeurs sont évidemment les piliers, et les points A, B et C.

Sur les piliers, nous avons.

*Sur les faces exposées au N.-N.-O. *Fucus platycarpus* ..... 7 m. 30
Sur les faces exposées à l'E.-N.-E. *Fucus platycarpus* ..... 7 m. 15
En A, exposition S.-O. *Fucus platycarpus* ..... 6 m. 95
*En B, exposition N.-E. *Fucus platycarpus* ..... 7 m. 25

En C, paroi exposée à l'Est, observations faites au sud du pont (au Nord intervient l'ombre portée).

	Fucus platycarpus	7 m. 20
*	*Balanus balanoides*	7 m.
En C', exposition au S.-S.-O.	*Balanus balanoides*	6 m. 75
Entre C et C', exposition au Sud.	*Fucus platycarpus*	6 m. 85

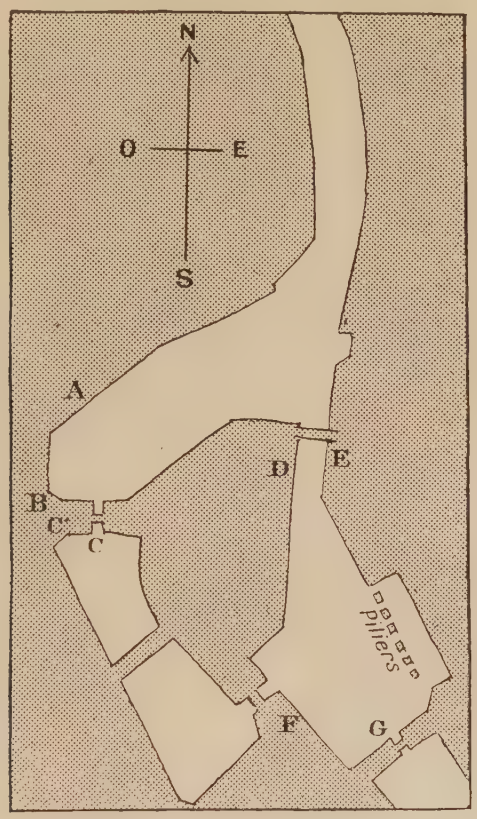


FIG. 11. — Port de Dieppe.

Aux autres points, les résultats sont sensiblement les mêmes, malgré une protection moins bonne en apparence.

En D (Est) et E (Ouest).	*Fucus platycarpus*	7 m. 30
En F (Nord-Est).	*Fucus platycarpus*	7 m. 40
*	*Balanus balanoides*	6 m. 90
En G (Nord-Ouest).	*Fucus platycarpus*	7 m. 50

J'ai fait de nombreuses autres mesures, en des points où les conditions étaient moins faciles à définir (intervention de l'ombre, etc.), raison pour laquelle je ne les donne pas ; partout les résultats étaient extrêmement voisins des précédents.

5° Boulogne

Repères cotidaux

Le 30 mars 1896, marée basse 0 m. 35, marée haute 9 m. 40. Dénivellation : 9 m. 05.

Niveaux des P.M. de M.E. du 1/5/27 au 1/5/28. { supérieur ..... 7 m. 85 ; moyen ..... 7 m. 10 ; inférieur ..... 6 m. 40

Etude bionomique
(27 et 28 avril 1928)

Elle a été faite en collaboration avec A.-P. Dutertre. Dans le port de Boulogne la protection est excellente. Mais les Algues et les Cirripèdes ne se rencontrent qu'en peu de points.

1° A l'entrée de l'écluse du bassin à flot.

Point a. Exposition S.-S.-E. *Balanus balanoides* ..... 7 m. 10
Point b. Exposition O.-S.-O. *Fucus platycarpus* ..... 7 m. 05
**Point c.* Exposition E.-N.-E. *Fucus platycarpus* ..... 7 m. 30

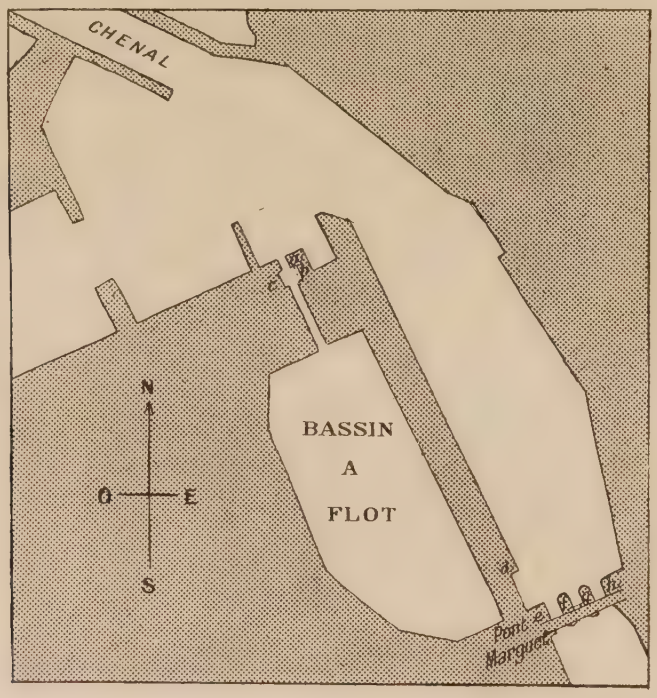


Fig. 12. — Port de Boulogne.

2° Dans la région du pont Marguet. Les maçonneries et les piles *e*, *f*, *g*, *h*, s'avancent suffisamment vers le Nord pour que l'on puisse y trouver des régions que n'atteint pas l'ombre portée par le pont ; par contre, en *d*, l'ombre du quai voisin intervient l'après-midi. En dépit de cette particularité, la limite des Balanes est assez basse en ce dernier point.

Point d. Exposition S.-S.-E. *Balanus balanoides* ..... 6 m. 55
**Point e.* Exposition E.-N.-E. *Balanus balanoides* ..... 7 m. 20

Point f.	Exposition O.-S.-O.	*Balanus balanoides*	6 m. 95
*	Exposition E.-N.-E.	*Balanus balanoides*	7 m. 05
Point g.	Exposition O.-S.-O.	*Balanus balanoides*	6 m. 85
*	Exposition E.-N.-E.	*Balanus balanoides*	7 m. 10
Point h.	Exposition O.-S.-O.	*Balanus balanoides*	7 m.

Les *Balanus balanoides* sont de plus grande taille qu'à Saint-Malo, de taille comparable à ceux qui habitent les stations de la Rance riches en matières réductrices dissoutes. Il en est de même à Calais et Dunkerque.

6° Calais

Repères cotidaux

Le 30 mars 1896, marée basse 0 m. 15, marée haute 7 m. 20. Dénivellation : 7 m. 05.

Niveaux des P.M. de M.E. du 1/5/27 au 1/5/28.	supérieur	6 m. 15
	moyen	5 m. 64
	inférieur	5 m. 20

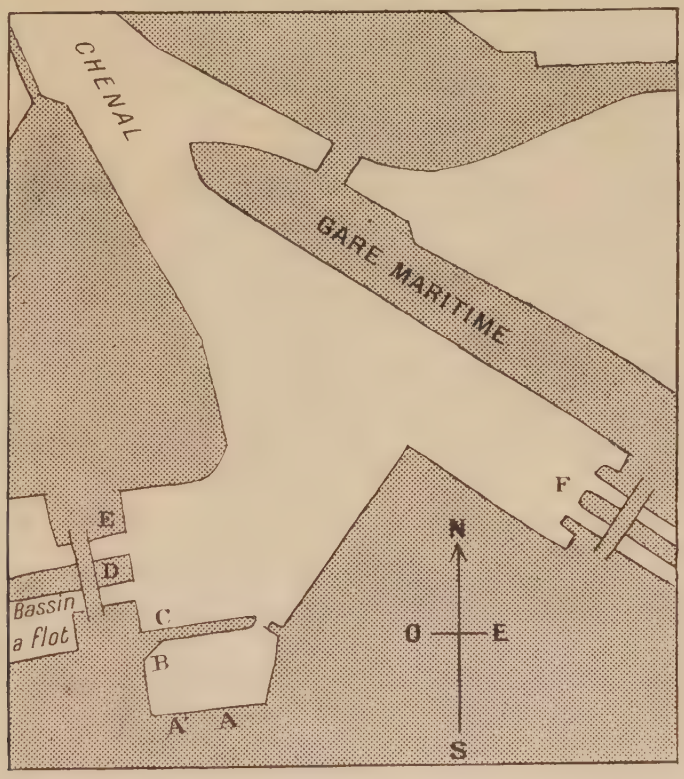


Fig. 13. – Port de Calais.

Etude bionomique (27 avril 1928)

Les points les mieux abrités sont A, A', B (fig. 13). Il suffit de regarder le plan pour s'en convaincre. D'ailleurs, lors de mon passage, j'ai pu constater que la houle y était à peu près inexistante, tandis qu'elle était très accentuée dans le reste du port, et au moins aussi forte, chose

curieuse, aux écluses de l'Ouest, placées dans un rentrant, qu'à celles de l'Est qui font face à l'entrée. En ces deux points l'oscillation des vagues atteignait 50 centimètres, et bien davantage dans le coin E où un plan incliné fait fuser la vague.

*A et A'. Orientation Nord.	*Fucus platycarpus*	5 m. 70
	Balanus balanoides	5 m. 70
*B. Orientation Sud-Est.	*Balanus balanoides*	5 m. 40
C. Exposition Nord.	*Fucus platycarpus*	6 m. 20
D. Exposition Est.	*Balanus balanoides*	6 m. 10
D. Exposition Nord.	*Balanus balanoides*	6 m. 30
	Mytilus edulis	5 m. 40
E. Exposition Est.	*Balanus balanoides*	6 m. 40
E. Exposition Sud.	*Balanus balanoides*	6 m. 15
	Mytilus edulis	5 m. 25

Aux écluses F, en nous limitant à l'étude des régions situées hors de l'ombre du pont, nous trouvons :

Parois exposées au Nord-Est...	*Fucus platycarpus*	5 m. 80
	Balanus balanoides	5 m. 80
Parois exposées au Nord-Ouest.	*Fucus platycarpus*	5 m. 80
	Balanus balanoides	5 m. 80
Parois exposées au Sud-Ouest. .	*Fucus platycarpus*	5 m. 50
	Balanus balanoides	5 m. 50

Je ne m'explique pas pourquoi, ici, les niveaux sont plus réguliers et moins élevés qu'aux écluses de l'Ouest, et se rapprochent de ceux des points A et B malgré la différence dans l'agitation de l'eau.

7° Dunkerque

Repères cotidaux

Le 30 mars 1896, marée basse 0 m. 30, marée haute 6 m. 15. Dénivellation : 5 m. 85.

Niveaux des P.M. de M.E., du 1/5/27 au 1/5/28.	supérieur	5 m. 15
	moyen	4 m. 73
	inférieur	4 m. 35

Etude bionomique (28 avril 1928)]

a. Exposition Ouest. Limite peu tranchée.	*Balanus balanoides*	4 m. 65
**b*. Exposition Est	*Balanus balanoides*	4 m. 75
**c*. Exposition Nord-Est	*Balanus balanoides*	4 m. 85
d. Pilotis, exposition Sud-Ouest	*Balanus balanoides*	4 m. 80
**e*. Exposition N.-N.-E.	*Fucus platycarpus*	5 m.
	Balanus balanoides	5 m.
f. Exposition O.-N.-O.	*Balanus balanoides*	5 m.
**g*. Exposition E.-S.-E.	*Balanus balanoides*	4 m. 90
h. Exposition Est	*Balanus balanoides*	4 m. 90

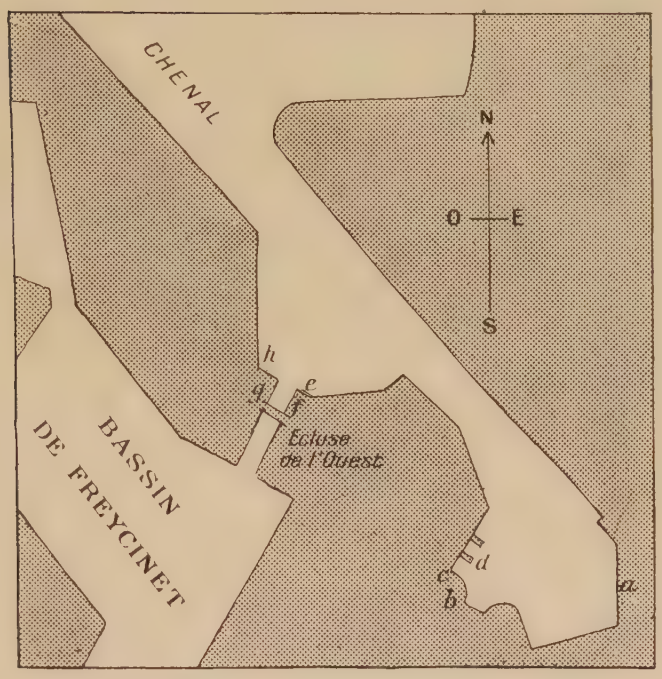


Fig. 14. — Port de Dunkerque.

Résumé

L'essentiel de ces résultats se trouve résumé dans le graphique ci-contre (fig. 15). J'ai porté en abscisse des longueurs proportionnelles aux distances séparant les localités étudiées. Pour chacune d'elles, j'ai porté verticalement une longueur proportionnelle à l'amplitude des marées (marée du 30 mars 1896), de part et d'autre d'un « niveau moyen », qui est celui de cette même marée (1). Sur cette ligne est porté le niveau moyen des pleines mers de morte-eau, défini comme il a été dit plus haut, et certains des niveaux bionomiques observés : ceux qui ont été obtenus *dans la région la mieux abritée* de chaque port. Je n'ai porté que des orientations voisines du *Nord* pour *Fucus platycarpus*, de l'*Est* pour *Balanus balanoides* : ce sont les seules qui puissent être suivies avec continuité (les autres manquent à Cherbourg, Dunkerque, etc.). J'ai marqué par un astérisque (dans les pages précédentes) les mesures qui figurent, ou dont la moyenne figure, dans le graphique (p. 152).

(1) Cette disposition se rapproche de celle qu'a adoptée Pruvot dans sa pl. XXVI. De cette façon, il sera aisé de comparer les résultats.

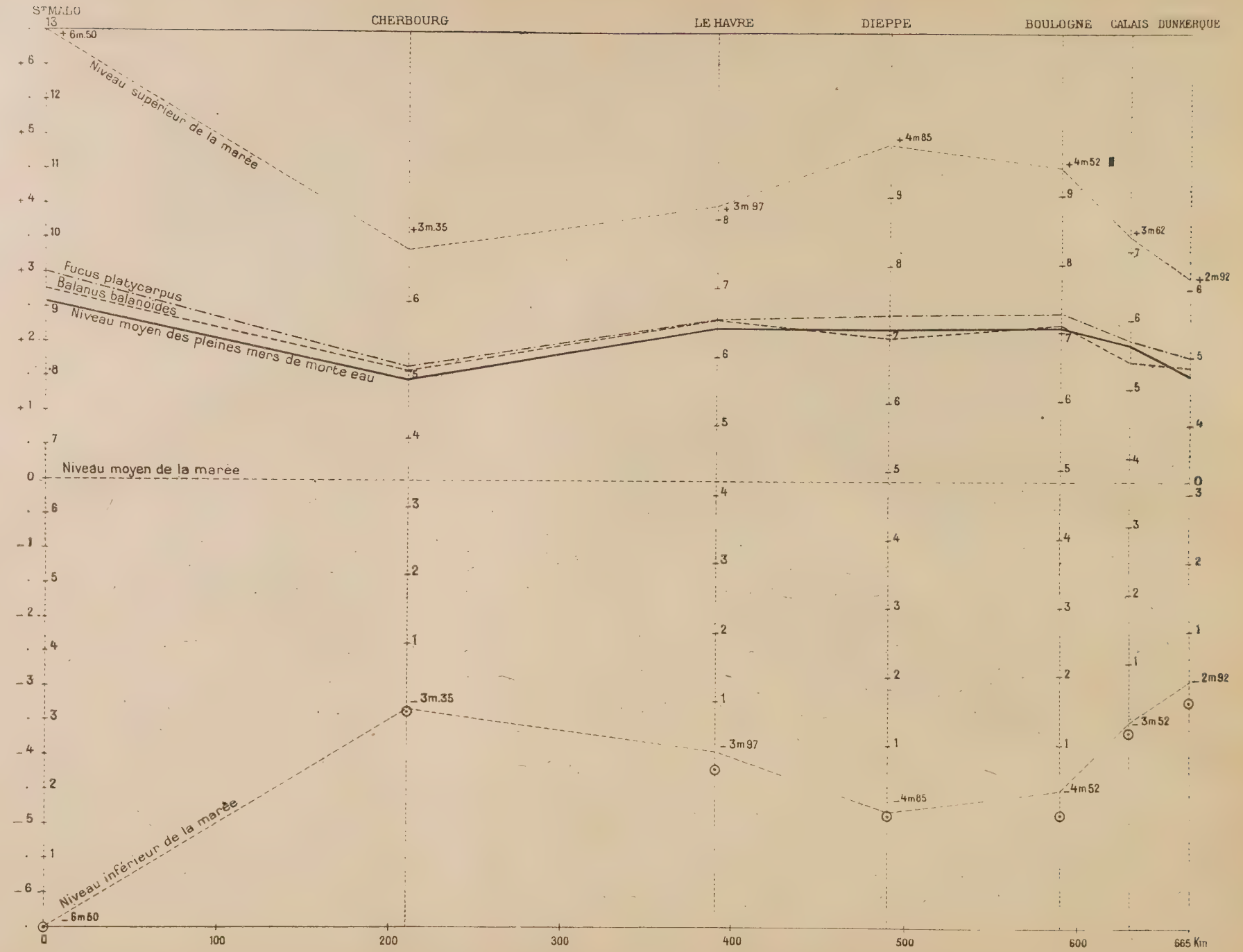


FIG. 15. Niveaux bionomiques et cotidaux étudiés de Saint-Malo à Dunkerque.

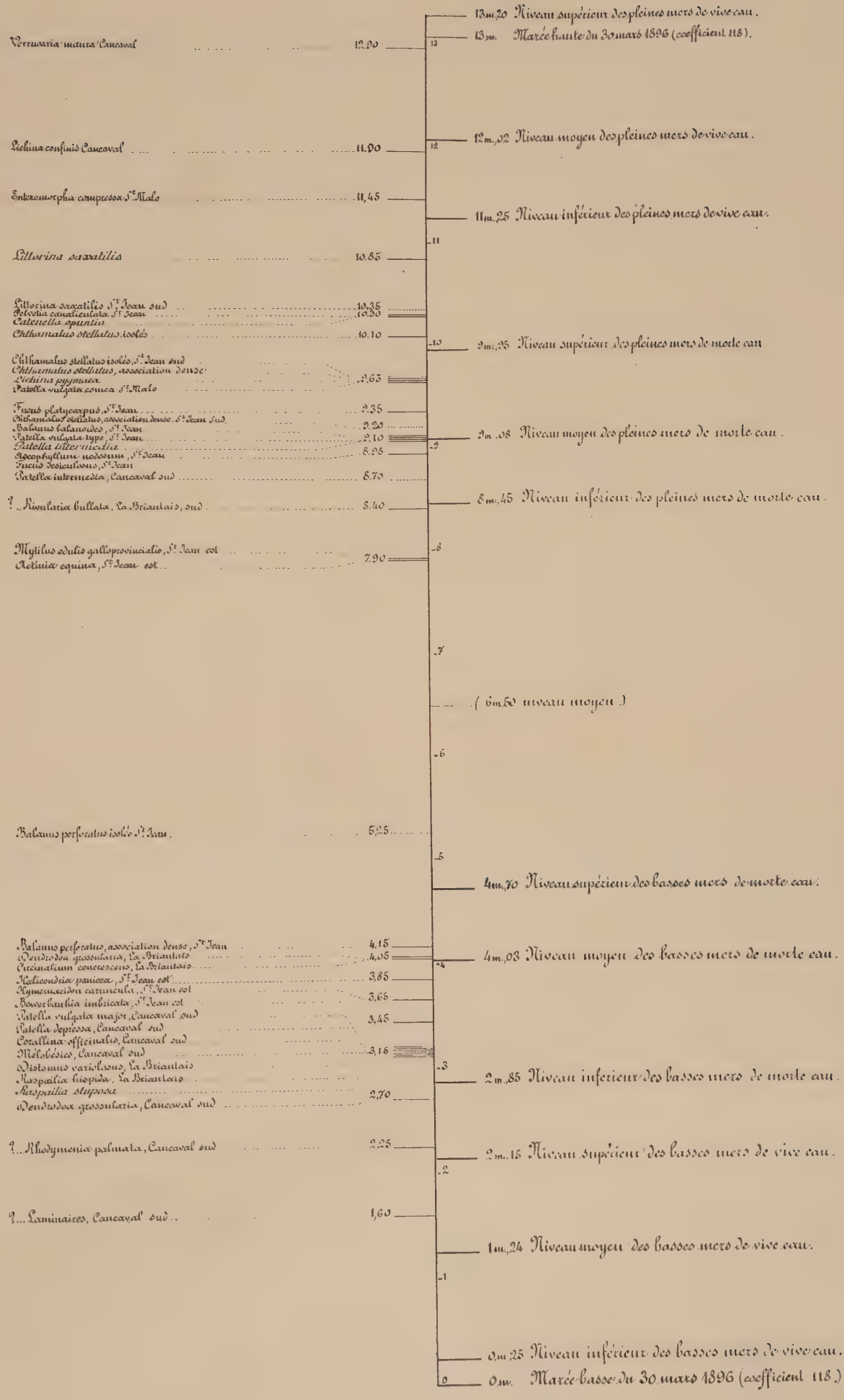


Fig. 16 — Juxtaposition des niveaux bionomiques et des niveaux cotidaux.

§ V. — Relations des niveaux bionomiques et cotidaux
Les divisions de la zone des marées

L'examen du graphique établi de Saint-Malo à Dunkerque, nous donne un résultat immédiat en ce qui concerne les *Fucus platycarpus* et *Balanus balanoides*. Etudiées dans des conditions comparables d'un point à l'autre, les limites supérieures de ces organismes se tiennent à un niveau très constant, relativement aux repères cotidaux. Ils suivent de très près le niveau moyen des pleines mers de morte-eau. Presque trop bien. Je me serais attendu, *a priori*, à voir les trois lignes du graphique s'étaler davantage dans les localités où l'amplitude des marées est forte (Saint-Malo, Dieppe), se rapprocher davantage là où elle est faible (Dunkerque). D'autres remarques doivent être faites. Il existe certaines irrégularités visibles sur le graphique (Dieppe, Calais), et d'autres se manifesteraient si le graphique avait été construit autrement : lorsqu'on considère les deux espèces sous une même exposition, tantôt elles atteignent le même niveau, tantôt les *Fucus* remontent un peu plus, tantôt ce sont les Balanes ; d'autre part, les expositions que j'ai choisies pour le graphique (pour les raisons que j'ai dites plus haut), se trouvent être celles qui donnent les courbes les plus régulières : si j'avais pris les Balanes exposées au Sud, par exemple, les écarts seraient plus sensibles. Mais en fin de compte toutes ces irrégularités sont faibles, et la courbe reste très significative dans l'ensemble. Elle prend toute sa valeur si on la compare à la planche XXVI de Pruvot, qui résume les mesures faites par cet auteur sur un certain nombre d'organismes, dont les *Fucus*, sur une grande longueur de côtes également (d'Audierne à Cherbourg). Ces mesures, faites dans les conditions les plus variées, donnent des tracés en zig-zag tout à fait irréguliers. C'est ce qui avait amené l'auteur à nier toute relation entre les niveaux cotidaux et les niveaux bionomiques. On voit que, pour deux espèces au moins, des relations de cette sorte apparaissent très nettement, à condition que l'on se tienne dans des conditions comparables d'un point à un autre. Chacune d'elles possède une *limite de résistance à l'émersion* qui est une propriété physiologique bien déterminée : on pourrait presque l'exprimer par un chiffre, comme l'on fait pour la taille ou la durée de croissance d'un Mammifère par exemple. Comme il s'agit d'espèces appartenant à des groupes extrêmement éloignés (une Algue et un Crustacé), cette notion a certainement une valeur assez générale. Chemin faisant, nous avons d'ailleurs recueilli des arguments en faveur de la possibilité d'une généralisation : les *Patella vulgata conica* ont la même limite supérieure que les *Fucus platycarpus* à Saint-Malo (p. 138, nos 6 et 7), et il en est de même à Fécamp, à plus de 400 kilomètres de là; les *Mytilus edulis*, qui, à Port-Saint-Jean, se tiennent à 1 mètre sous les *Balanus balanoides* (p. 140, nos 34 et 37), sont à 90 centimètres à Calais (p. 150, D et E), résultat à peu près satisfaisant (1). Nous pouvons donc répéter, avec beaucoup plus de certitude maintenant, que les mesures faites sur des espèces variées dans la région de Saint-Malo (port, Rance), sont *l'expression de l'influence réelle de la marée sur ces organismes*. Il nous est maintenant permis de chercher à savoir comment leurs limites supérieures se situent par rapport aux niveaux remarquables de la marée. Dans ce but, je les ai réunis dans un même tableau.

Entre les quatre orientations possibles, j'ai choisi le Nord, où les conditions sont les plus homogènes, les moins assujetties aux variations atmosphériques. Lorsqu'une espèce ne s'est pas présentée à mon étude sous cette orientation, j'en indique une autre (Est de préférence, puis Ouest, puis Sud), et j'y ajoute, en italique, l'altitude que cette espèce atteindrait vraisemblable-

(1) Cependant, la différence n'est pas proportionnelle à la différence de l'amplitude des marées. Il faut noter qu'à Calais il s'agit de *Mytilus edulis* typiques, et à Port-Saint-Jean de la variété *galloprovincialis*.

ment si on la trouvait face au Nord (1). Je prends les chiffres et les moyennes de chiffres autant que possible à Port-Saint-Jean, où l'eau est encore plus calme que dans le bassin de Saint-Malo. Ce tableau aura grandement besoin d'être complété et révisé. Je le donne comme base de discussion (fig. 16).

Les niveaux cotidaux remarquables, calculés pour 1927, sont les suivants (2).

Pleines mers de vive-eau	Niveau supérieur	13 m. 20
	Niveau moyen	12 m. 02
	Niveau inférieur	11 m. 25
Pleines mers de morte-eau	Niveau supérieur	9 m. 95
	Niveau moyen	9 m. 08
	Niveau inférieur	8 m. 45
Basses mers de morte-eau	Niveau supérieur	4 m. 70
	Niveau moyen	4 m. 03
	Niveau inférieur	2 m. 85
Basses mers de vive-eau	Niveau supérieur	2 m. 15
	Niveau moyen	1 m. 24
	Niveau inférieur	0 m. 25

Avant d'interpréter le tableau 16, une première remarque s'impose. On a sans doute remarqué dans les pages précédentes que je n'ai pu appliquer un système uniforme d'expression pour toutes les limites : il m'a été nécessaire d'en employer deux, selon les cas : en effet, on peut faire deux catégories d'organismes. Les uns, les plus nombreux, s'arrêtent par une limite tranchée, bien visible, dont l'altitude s'exprime par un chiffre précis : les autres (*Chthamalus stellatus*, *Balanus perforatus*) se raréfient et s'éteignent progressivement vers le haut, sans limite tranchée. Dans ce dernier cas j'ai cru pouvoir définir deux limites, celle où l'on passe d'une population dense à une population qui commence à se raréfier (limite de l'association dense), et celle des individus isolés, ou au moins de la plupart d'entre eux (au-dessus de cette dernière limite, on peut encore en trouver de loin en loin). Il y a évidemment une assez grande part d'appréciation dans les mesures effectuées de cette sorte. On voit donc qu'à côté d'espèces (les plus nombreuses) chez lesquelles la résistance à l'immersion est un caractère physiologique précis, susceptible d'être affecté d'un coefficient, il en est d'autres qui présentent une assez grande *variation* de ce caractère. Deux espèces appartenant au même genre (*Balanus balanoides* et *perforatus*) peuvent présenter, l'une la stabilité, l'autre la variation. Il faut noter que chez certaines espèces, la résistance à l'immersion est très variable selon la *variété*. Ainsi *Patella vulgata*, dont la var. *major* remonte à 3 mètres, le type à 9 mètres, la var. *conica* à 9 m. 65. Mais chez les Cirripèdes cités plus haut, il ne semble pas, jusqu'à présent, que la variation physiologique soit accompagnée d'une variété morphologique (voir cependant, p. 36, le cas de *Chthamalus stellatus*).

L'examen de la figure 16 montre très clairement que presque toutes les limites se groupent dans les régions où oscillent les niveaux de pleines et basses mers, et que la région intermédiaire, de part et d'autre du niveau moyen, est à peu près vide. C'est aux niveaux

(1) On peut donner un chiffre très vraisemblable, lorsqu'il s'agit d'une espèce (*Patella intermedia*) qui a partout la même limite supérieure qu'une autre (*Patella vulgata*) que l'on a pu étudier face au Nord. Dans les autres cas (*Chthamalus*, etc.) j'intercale la limite entre celles qui l'encadrent ordinairement, en tenant compte du fait que la différence entre les expositions nord et sud crée des différences de 50 centimètres en moyenne dans les altitudes des limites bionomiques.

(2) Les niveaux maxima et minima varient légèrement d'une année à l'autre. Pour les niveaux moyens j'ai opéré comme il est dit à la page 144.

des pleines et basses mers de *morte-eau* que se marquent les changements les plus considérables dans la composition de la faune et de la flore. Les limites se serrent surtout, d'une part, aux environs du *niveau moyen* des pleines mers de morte-eau, du niveau inférieur des pleines mers de morte-eau, jusque sensiblement plus haut que leur niveau supérieur ; d'autre part, aux environs du *niveau moyen* des basses mers de morte-eau et jusque sensiblement plus bas que le niveau inférieur.

Le fait que les limites sont groupées en ces deux régions restreintes, nous rend compte de la façon dont la marée agit sur les organismes. On sait qu'au-dessus du niveau des pleines mers de morte-eau, les berges restent à sec pendant plusieurs jours de suite chaque quinzaine ; au-dessous de ce niveau, la mer vient mouiller les berges tous les jours de l'année. Au point de vue physiologique, nous comprenons très bien qu'un organisme, fixé sur un rocher nu et exposé à la dessiccation, un peu comme le serait un lichen sur un rocher de montagne, ne puisse supporter ce régime qu'à condition d'être humecté deux fois par jour, ne fût-ce que quelques minutes, ce qui lui procure une sorte de reviviscence et lui permet de faire provision d'humidité (1) ; rares sont les espèces qui peuvent s'écarter beaucoup de ce régime. Le niveau des pleines mers de morte-eau marque donc une discontinuité complète au point de vue physiologique. Sans doute, si l'on faisait, pour chaque niveau de la zone intercotidale, le compte des heures d'émersion subies dans une année, on ne trouverait pas de discontinuité dans la courbe. Mais ce nombre total des heures d'émersion ou d'immersion importe bien peu aux organismes. Une preuve excellente peut être donnée en s'appuyant sur les mesures que j'ai faites au Hâvre. En cette localité, la marche des marées obéit à des règles très particulières. A marée haute, l'eau reste étale pendant *trois heures*, au lieu de quelques dizaines de minutes. Ce phénomène très important n'a aucune répercussion sur les organismes vivant aux niveaux des marées hautes : nous avons vu que les altitudes de leurs limites supérieures sont absolument normales. C'est la *fréquence* de l'immersion qui importe, beaucoup plus que sa *durée*.

Dans la zone comprise entre les hautes et basses mers de morte-eau, la fréquence de l'immersion reste exactement la même (bi-quotidienne) du haut en bas. Ceci explique qu'il n'y ait pas de discontinuité bionomique importante dans cette zone.

Le niveau des basses mers de morte-eau marque un nouveau changement dans les conditions de vie. Ce changement est moins clair, moins facile à exprimer, que le précédent. Les organismes qui ne dépassent pas ce niveau demeurent immergés en permanence pendant plusieurs jours de suite à chaque quinzaine; ceux qui le dépassent ont à subir des mises à sec chaque jour de l'année. Sans comprendre entièrement l'importance physiologique de ce changement, je ne puis qu'enregistrer cette importance.

Abordons maintenant la question des *divisions bionomiques* à établir dans la zone des marées. J'ai dit plus haut comment Pruvot, réagissant contre les idées de Vaillant, renonçait à en établir, et comment de Beauchamp déclarait la question insoluble, tout en rétablissant quelques divisions grossières. Il faut s'entendre sur la question à poser. Les auteurs précédents se sont placés au *point de vue pratique* beaucoup plus qu'au point de vue scientifique. Il est bien certain qu'il faut renoncer à croire, comme Vaillant, que l'on puisse établir un barème-type de la succession des niveaux, *utilisable* en n'importe quel point des côtes : il y a des irrégularités considérables.

Mais quelle question pouvons-nous poser du point de vue scientifique, si ce n'est celle de savoir si ces irrégularités sont *explicables* ? Il ne faudrait pas prendre à la lettre ce que dit de

(1) Cette « reviviscence » est visible pour les Fucus, gonflés et dorés lorsqu'ils sont humectés, noircis et raccornis à la fin de la marée basse.

Beauchamp, à savoir que les divisions bionomiques ont pour caractère d'avoir bien moins encore que les divisions taxonomiques des limites tranchées et constantes. Ce caractère de variabilité appartient au milieu et non aux organismes : il suffit de se tenir dans des conditions comparables pour y trouver des limites tranchées et constantes. Ce résultat suffit à montrer que les irrégularités observées s'expliquent par des particularités du milieu ambiant, au moins dans certains cas, et seraient vraisemblablement explicables, dans tous les cas, si nous pouvions connaître suffisamment bien les particularités du milieu.

Dès lors dans le cas, (assez particulier, il est vrai), où la marée agit seule et où l'on étudie des parois verticales, il est très facile d'établir des divisions bionomiques dans la zone des marées : ce sont les différentes limites atteintes par les espèces les plus fréquentes, qui figurent dans le tableau 16 (1).

On remarquera que je n'envisage, comme divisions bionomiques de la zone des marées, que des limites *supérieures* de répartition. Nous verrons, en effet, au chapitre IV, que les limites inférieures sont rarement nettes, et que, lorsqu'elles existent, on peut souvent les attribuer à des causes extérieures au phénomène de la marée (concurrence, etc.). Il serait vain (à ce point de vue je suis d'accord avec Pruvot) d'essayer de découper le littoral en « tranches horizontales » successives, car cette idée de tranches implique que chaque territoire caractérisé par un peuplement défini, reconnaisse une limite inférieure en plus d'une limite supérieure. Les notions de « zones », d' « horizons », et même d' « associations », impliquent la même arrière-pensée, et doivent donc être laissées de côté lorsqu'on aborde cette question.

Si, maintenant, nous sortons des conditions définies où la marée agit seule, nous voyons évidemment changer l'altitude absolue de chaque limite, mais l'ordre de succession de ces limites, et leur écartement relatif, demeurent sensiblement, à condition de s'adresser à des parois suffisamment planes et à forte inclinaison. Il faut évidemment se garder de vouloir faire entrer en ligne de compte, sur un point battu, des espèces que la vague supprime (*Fucacées*), comme le faisait Pruvot. Sous ces réserves, il n'est pas difficile de situer le niveau bionomique où l'on aura fait une observation, en le considérant par rapport aux limites supérieures d'espèces communes qui se trouvent dans le voisinage.

(1) Ou plutôt celles que donnerait ce tableau s'il était complet, c'est-à-dire si tous les organismes y figuraient sous la même exposition, faute de quoi certaines limites sont inversées. Pour connaître leur ordre de succession véritable, il faut se reporter aux descriptions des diverses stations (Le Décollé, Cancaval, etc.).

CHAPITRE III

Influence de l'humidité résiduelle et de l'humidité surajoutée

Il pourrait sembler superflu de donner des mesures concernant l'influence de facteurs (vagues, pente, vase, etc....) dont l'action ne serait probablement niée par personne. Cependant les auteurs précédents, qui avaient fait leurs recherches sans pouvoir se débarrasser de ces facteurs, n'en avaient néanmoins pas beaucoup tenu compte. De là, des erreurs d'interprétation à redresser. Il est nécessaire d'autre part que je raccorde mes études aux leurs, en me plaçant dans les mêmes conditions qu'eux. Ce n'est d'ailleurs que sur l'influence des vagues que je m'étendrai un peu longuement. Des autres facteurs, je dirai quelques mots en commençant.

Le soleil

L'action du soleil ressort des chiffres publiés au chapitre précédent, qui sont toujours accompagnés d'une indication sur l'exposition de la surface étudiée. Ils permettent de se rendre compte que, non seulement les algues, mais aussi les animaux, voient leurs niveaux s'abaisser au Sud, se relever au Nord, et sensiblement dans la même mesure. Les différences qui s'observent du Nord au Sud peuvent atteindre 70 centimètres. On pourrait se demander si ces différences ne tiennent pas, au moins en partie, à ce que dans notre région, le Nord est la direction de la mer, d'où viennent les embruns, le Sud la direction des terres. Mais les limites supérieures des divers organismes sont moins élevées sur les parois exposées à l'Ouest que sur les parois exposées à l'Est. Ce fait ne s'explique qu'en admettant une influence prépondérante du soleil, beaucoup plus agissant l'après-midi que le matin ; tandis que les embruns devraient agir en sens contraire, car les vents soufflent beaucoup plus souvent de l'Ouest que de l'Est. Comment agit le soleil? La *lumière* est-elle nuisible ? Nous en discuterons au chapitre XI. En tous cas, la *chaleur* provoquant l'évaporation de l'eau a certainement le rôle principal.

La configuration du substratum

Les limites des organismes sont plus élevées sur un rocher tourmenté comme Cancaval (et même sur les portions de surface verticales) que sur une paroi verticale et lisse d'une étendue suffisante. Cela tient évidemment à ce que l'eau retenue sur les portions horizontales ou déprimées, dans les anfractuosités, etc., s'évapore lentement et retarde la dessication des organismes.

Un exemple précis nous montrera jusqu'où vont les influences de cet ordre. La maçonnerie verticale de la cale de Port Saint-Hubert est légèrement évidée en un point (pour le logement d'une échelle de fer, aujourd'hui disparue) : sur la surface, assez large (près d'un mètre, et plusieurs mètres de haut), qui se trouve ainsi en retrait de quelques décimètres par rapport à la surface générale (à laquelle elle est parallèle), les *Balanus balanoides* remontent à 60 centimètres plus haut que sur le reste de la cale. Sur une cale battue par les vagues, on pourrait attribuer cette différence à ce que tout angle fait fuser la lame. Ici, il n'en est rien. Seuls interviennent, me semble-

t-il, les difficultés plus grandes de l'évaporation (moindre renouvellement de l'air par les vents ; ombre durant un peu plus longtemps). D'autres cas très analogues se trouveraient facilement. On comprend dès lors l'influence énorme des moindres irrégularités : les jointures des blocs ; la simple grosseur du grain d'une pierre. J'ai souvent constaté, comme l'avait déjà fait DE BEAUCHAMP, que, sur telle pierre d'une maçonnerie, les limites s'élèvent brusquement. Question de taille du grain et de porosité, certainement.

Influence de la pente

Si le substratum n'est pas vertical, les organismes remontent davantage, surtout les algues qui s'égouttent moins facilement que lorsqu'elles pendent dans le vide. J'ai fait, à ce sujet, diverses mesures convaincantes, qu'il serait superflu de rapporter.

Influence de la vase

Un très mince enduit de vase sur paroi verticale suffit à faire remonter de 40 centimètres les *Balanus balanoïdes* (Port-Saint-Hubert). Sur les berges inclinées les différences sont beaucoup plus fortes, surtout en ce qui concerne les algues. C'est ainsi, qu'en certains points de la Rance, les *Pelvetia*, très sensibles d'ailleurs à toute humidité résiduelle, remontent presque jusqu'en haut de la zone des marées (environ 2 mètres d'augmentation). L'action physiologique de la vase est bien mise en évidence par le fait que souvent, à un même niveau, j'ai vu des *Fucus platycarpus* dont les uns, reposant sur la vase, avaient conservé leur gonflement aqueux et leur couleur jaune d'or, tandis que d'autres, sur des blocs propres, étaient desséchés et de couleur brun foncé.

Influence des algues

Les algues, imbibées d'eau, mettent à l'abri de la dessication les animaux réfugiés sous leurs touffes, et l'on voit ainsi des Cirripèdes, Mollusques, etc. remonter de 0 m. 50, 1 mètre, 1 m. 50. Un appui mutuel existe de même entre les Algues, et c'est pourquoi les mesures de leurs limites supérieures ne sont valables que l'orsqu'on a affaire à des frondes suffisamment isolées les unes des autres. Lorsqu'à cet appui mutuel s'ajoute l'influence de la pente et de la vase, on arrive à des chiffres très élevés, même en l'absence de toute houle.

Influence des vagues

La connaissance des niveaux atteints par divers organismes en eau très calme, me met en mesure de donner une idée un peu nette de l'influence des vagues, par comparaison. Il faudrait pouvoir effectuer la comparaison sur maçonnerie verticale, pour éliminer l'influence de l'irrégularité du substratum. Je ne pourrai opérer ainsi que pour les Fucacées, qui, d'ailleurs, seront traitées à part, en raison des conclusions particulières de PRUVOT à leur sujet. Pour les autres organismes, j'ai fait des mesures sur la pointe du Décollé, relativement peu tourmentée, et avantageuse par la franche orientation de ses deux flancs, l'un à l'Ouest, très battu, l'autre à l'Est, où l'action des vagues est plus faible. Sur ces deux flancs, on trouve de larges surfaces se rapprochant de la verticale et bien planes. Ici, comme sur toute côte où la vague existe, la limite supérieure des organismes varie beaucoup d'un point à un autre, car elle dépend de la configuration du terrain voisin qui commande la distribution des éclaboussures des vagues. Aussi ne pourrai-je citer de chiffres qu'à titre d'exemples, en faisant la moyenne d'un certain nombre de mesures effectuées dans des conditions aussi « moyennes » que possible.

	Flanc Est	Flanc Ouest
Verrucaria maura, en un point très éclaboussé		15 m. 80
Verrucaria maura, conditions moyennes	13 m. 05	13 m. 35
Lichina confinis	13 m. 05	13 m.
Littorina saxatilis Environ	11 m. 35	13 m. 35
Chthamalus stellatus isolés	11 m. 05	12 m. 55
Patella vulgata, var. *conica*	10 m. 15	11 m. 50
Lichina pygmaea	10 m. 15	11 m. 45
Chthamalus stellatus association dense	10 m. 15	11 m. 45
Balanus balanoides	9 m. 85	9 m. 85
Patella vulgata typique	9 m. 85	9 m. 85
Patella intermedia	9 m. 85	9 m. 85
Mytilus edulis (individus situés hors des fentes)		9 m. 15
Rivularia bullata	7 m. 85	
Balanus perforatus isolés		5 m. 15
Balanus perforatus association dense		4 m. 25
Rhodymenia palmata Environ	3 m. 05	
Corallina officinalis Environ	3 m. 05	4 m. 05
Mélobésies Environ	3 m. 05	4 m. 05
Patella depressa var. *athletica* Environ	3 m. 05	4 m. 05
Patella vulgata var. *major* Environ	3 m. 05	4 m. 05
Fucus serratus	3 m. 05	1 m. 60
Laminaria flexicaulis	1 m. 85	1 m. 05

En examinant ces résultats, on constate, dans la majorité des cas, des différences très considérables avec les altitudes observées en eau calme, traduisant une très forte influence des vagues. Si nous voulions mettre les chiffres trouvés au Décollé en comparaison avec les niveaux remarquables des marées, nous n'en pourrions tirer aucune conclusion comparable à celles de la page 154, non seulement parce qu'il y a de très grands écarts entre les niveaux bionomiques et les niveaux cotidaux remarquables, mais aussi parce que ces écarts varient beaucoup d'un point à un autre (flanc Est, flanc Ouest) : nous retombons sur les résultats des auteurs précédents qui avaient renoncé à examiner le problème de près.

Ce tableau appelle quelques remarques particulières.

1° Sur les *Fucus*. Ils s'abaissent d'autant plus que la côte est plus battue, comme l'avait montré Pruvot. Je préciserai bientôt ce qu'il faut entendre par là.

2° Sur la limite supérieure des *Patella vulgata*, *Patella intermedia* et *Balanus balanoides*. Elle n'est pas plus élevée à l'Est qu'à l'Ouest, contrairement à celles des autres organismes des zones élevées. Pour qui connaît les lieux et le développement envahissant des *Chthamalus* sur le flanc Ouest, cette anomalie s'explique parfaitement par l'intervention du facteur *concurrence*. Les Chthamales étouffent en quelque sorte les Balanes et les Patelles, qui ne sont représentés que par des individus de très petite taille et relativement peu nombreux.

3° Ici, l'influence de l'orientation est masquée par l'action des vagues, puisque, en eau calme, les limites s'élèvent d'avantage sur une paroi exposée à l'Est que sur une paroi exposée à l'Ouest, et qu'ici se produit l'inverse.

4° Une dernière remarque concerne les mesures de VAILLANT. Cet auteur, étudiant des pieux de bois plantés devant la digue (appelée sillon) qui relie Saint-Malo à Paramé, nous apprend que les *Balanus balanoides* s'y élèvent à 11 m. 20 — 11 m. 50. Ces mesures, comparées à celles que j'ai faites en eau calme où la même espèce n'atteint que 9 m. 25, ne traduisent-elles pas une influence énorme de la vague, élevant de 2 mètres la limite d'un organisme ? En fait, l'espèce étudiée par VAILLANT doit être le *Chthamalus stellatus*. En effet, les pieux dont il parle existent toujours, et sont peuplés, actuellement, non de Balanes, mais de Chthamales. Un autre argument peut être invoqué. Les *Balanus balanoides* que j'ai étudiés au Décollé sont loin d'atteindre de telles altitudes, tandis que les *Chthamalus stellatus* s'en rapprochent tout-à-fait : la hauteur de 11 m. 20 — 11 m. 50, donnée par VAILLANT, est intermédiaire entre la limite atteinte par les Chthamales sur le flanc Est du Décollé, modérément battu (11 m. 05), et la limite atteinte sur le Flanc Ouest, très battu (12 m. 55). Or, la violence des vagues sur le Sillon, m'a semblée réellement intermédiaire entre celles qui s'observent sur le Flanc Est, et sur le Flanc Ouest du Décollé.

D'ailleurs, les confusions entre ces deux espèces, et, d'une façon générale, les erreurs de détermination des Cirripèdes de petite taille, sont tellement abondantes dans la littérature, qu'il est permis de supposer que VAILLANT ait pu, lui aussi, se tromper.

Action des vagues sur les Fucacées

L'étude de la pointe du Décollé, qui est à peu près dépourvue de Fucacées, doit être complétée par une étude des Fucacées, au point de vue de l'influence qu'exercent les vagues sur l'altitude de leurs limites supérieures. Question déjà longuement étudiée par PRUVOT, mais sur laquelle il reste beaucoup à dire.

Nous venons de voir qu'en ce qui concerne les Lichens et beaucoup d'espèces animales, l'influence des vagues élevait les limites. En est-il de même pour les Algues ?

Depuis les études de PRUVOT domine la notion suivante : *la limite supérieure des Fucus s'abaisse lorsqu'on va d'un point abrité vers un point exposé.* Cette notion, qui renferme une part de vérité, appelle une révision et des éclaircissements, sans lesquels elle risque d'être faussement interprétée.

L'observation de PRUVOT ne signifie pas que, passant d'un point abrité à un point exposé, on observe un abaissement de *l'ensemble des limites supérieures des diverses espèces de Fucacées*, phénomène qui serait inverse de l'exhaussement général que nous avons vu se produire quand, en eau calme, on passe d'une paroi exposée au Sud à une paroi exposée au Nord, plus humide, ou d'un rocher propre à un rocher enduit de vase.

PRUVOT parle seulement du niveau où s'arrêtent les *Fucus*, sans préciser de quel Fucus il s'agit. L'abaissement qu'il nous montre est dû à la violence des vagues qui supprime la possibilité d'existence pour les Fucus en général. Et l'on sait que, dans les points un peu abrités, les vagues ne sont violentes qu'aux niveaux élevés, tandis que, sur des côtes largement exposées, leur violence se fait sentir aussi à des niveaux de plus en plus bas. Les *Fucus serratus*, les plus résistants à la vague, sont généralement les seuls représentants des Fucacées sur les côtes battues : PRUVOT n'a donc pas étudié les diverses associations de Fucacées dans leur succession, mais seulement le niveau à partir duquel *des* Fucus peuvent exister.

Pour montrer encore mieux la distinction soigneuse qu'il faut faire entre « la limite supérieure des Fucus », dont les variations ne nous intéressent pas pour le moment, et « les limites supérieures des diverses espèces de Fucacées », qui font l'objet de notre étude actuelle, je vais l'illustrer par un exemple.

Il existe aux environs de Saint-Malo de nombreuses anses (Saint-Lunaire, Dinard, Rothéneuf...) dont le fond est occupé par une plage, et qui sont limitées, à l'Est et à l'Ouest, par deux parois rocheuses dirigées vers le Nord. Chacune de ces parois, bien entendu, plonge dans les dépôts meubles, qui sont en pente descendante vers le large.

Plaçons-nous au milieu de l'anse, et regardons, à marée basse, l'une de ces parois rocheuses, par exemple la paroi ouest de la petite plage de Rothéneuf, que la figure 17 représente en projection sur un plan vertical. On constate que cette paroi est dépourvue de Fucacées, sauf une bande de 1 mètre environ, qui en garnit la base. La raison en est évidemment que les vagues frappent

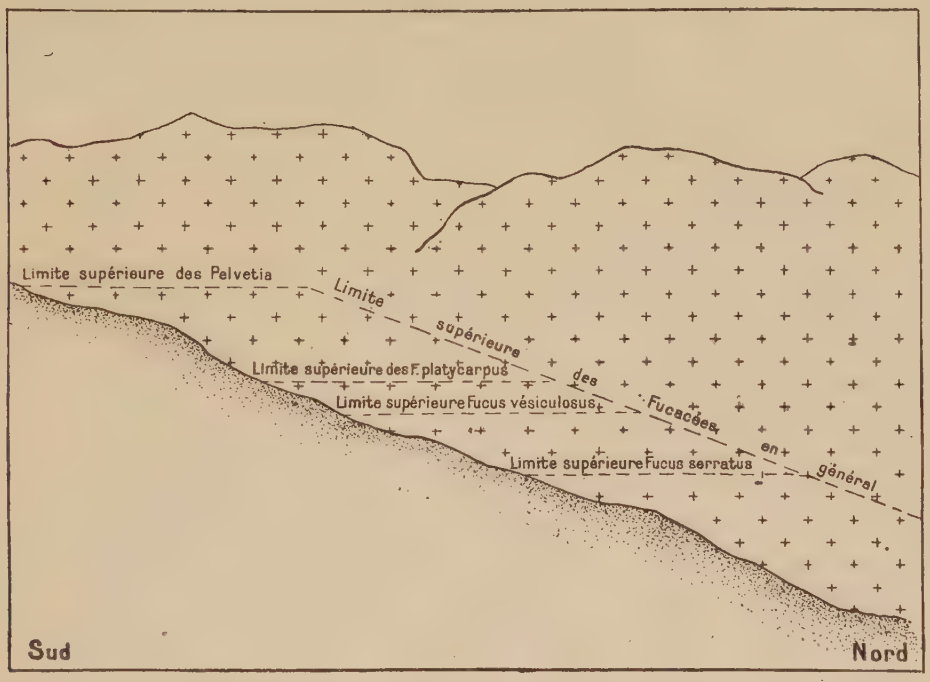


FIG. 17. — Rochers ouest de la plage de Rothéneuf.

moins violemment sur le rocher lorsque le sol, tout proche, les a freinées à l'avance, que lorsqu'elles abordent directement la roche à quelque distance au-dessus du sol. Il résulte de cette constatation, et de la pente de la plage, que *la limite supérieure des Fucus s'abaisse en allant vers le large*, conformément aux résultats de PRUVOT.

Mais, en regardant de plus près, on constate que cette bande de végétation de 1 mètre est formée par des Fucacées spécifiquement différentes, vers le fond de l'anse, ou vers le large : ce sont d'abord des *Pelvetia*, puis, apparaissent, des *Fucus platycarpus*, *vesiculosus*, enfin *serratus*, et ces derniers, plus loin, demeurent seuls. Chacune de ces Algues a une *limite supérieure* assez bien tranchée, dûe à l'humidité, dont la ligne vient couper la ligne marquant la limite supérieure des Fucacées en général, dûe au choc des vagues. Ici la confusion n'est pas possible.

C'est de cette *limite supérieure de chaque espèce*, que je veux étudier l'altitude en fonction de l'agitation de l'eau. On comprend que cette étude ne pourra être entreprise que dans un intervalle d'agitation assez restreint, celui où l'existence des Fucacées est possible. On m'excusera d'avoir tant insisté sur ces précisions élémentaires : je crois que ce n'était pas superflu.

Dans ces conditions, on vérifie facilement que l'agitation de l'eau a, sur les Algues, la même influence que sur les Animaux et les Lichens : *les limites supérieures des Fucacées s'élèvent à mesure que l'on va des points abrités vers les points exposés*, résultat qui ne contredit ceux de PRUVOT que d'une façon purement apparente.

Donnons quelques exemples pour justifier cette conclusion. Le premier qui doive être cité se trouve dans le travail de STOMPS. A Nieuport, où il étudie les *Fucus platycarpus*, « sur les brise-lames les mouvements des vagues leur permettent de s'élever à 0 m. 50 ou 0 m. 60 plus haut » que « dans le port où l'eau est tranquille ».

Dans notre région, partons des points abrités du port de Saint-Malo, pour aller vers des points plus exposés. Considérons la paroi $A_1 A_2$, exposée à l'Ouest (fig. 8, p. 138). En A_1 l'eau est toujours aussi calme qu'en d'autres points du port (tels que *f*) ; en allant vers A_2, la légère houle qui arrive par l'entrée, située juste en face, vient souvent battre la paroi. Parallèlement, les niveaux d'Algues s'élèvent très progressivement.

En A_1 on observe :

Pelvetia canaliculata	9 m. 90
Fucus platycarpus	9 m. 30
Fucus vesiculosus	9 m.
Ascophyllum nodosum	9 m.

Et en A :

Pelvetia canaliculata	10 m. 90
Fucus platycarpus	10 m. 30
Fucus vesiculosus	9 m. 70
Ascophyllum nodosum	9 m. 70

Ajoutons, à titre documentaire, que des Chthamales revêtent les marches des escaliers et qu'en A_2 ils atteignent :

Chthamalus stellatus isolés	11 m.
Chthamalus stellatus, association dense	10 m. 30

Sous les remparts de Saint-Malo, au point X, assez bien protégé par le Grand Bey, nous avons :

Pelvetia canaliculata	11 m. 40
Fucus vesiculosus et *Ascophyllum nodosum*	9 m. 20 à 9 m. 70

Sur le « Sillon », vers le point W, où la lame, brisant sur les pieux étudiés par VAILLANT, éclabousse très haut la maçonnerie de la digue, les *Fucus platycarpus* atteignent en certains points 10 m. 80.

Sur la paroi, exposée au large, de la cale de Saint-Briac, se trouvant à l'embouchure du Frémur, les *Fucus platycarpus* atteignent régulièrement 10 m. 50.

On voit donc les *Fucus platycarpus*, en allant vers des points exposés, approcher les altitudes qu'atteignent au Décollé les *Lichina pygmæa* et *Patella conica*, organismes qui, en eau calme, ont sensiblement la même limite que les *Fucus platycarpus*.

Quand on va vers la pointe du Décollé, on peut suivre pendant un certain temps (côté est) les *Pelvetia*, alors que les *Fucus* ont déjà disparu, sauf le *serratus*. On voit leur niveau s'élever progressivement, accompagnant les *Chthamalus* isolés, qui, ici comme en eau calme, ont sensiblement la même limite qu'eux : fait que confirment les mesures faites dans le port de Saint-Malo.

Remarque

Il n'est pas inutile de souligner une constatation à laquelle nous conduit l'étude de l'influence des vagues, et, plus généralement, de tous les facteurs envisagés dans ce chapitre : l'humidité résiduelle et surajoutée a sensiblement la même action quantitative sur des organismes très différents les uns des autres, tels que Lichens, Fucus, Cirripèdes, Patelles. Autrement dit, les organismes s'étagent de la même façon et dans le même ordre, à peu près, sur une berge où l'humidité résiduelle et surajoutée, très abondante, élève l'ensemble des limites, et sur une berge où n'intervient que le simple phénomène d'immersion dû à la marée. Ceci n'était nullement évident *a priori* : si nous prenons des organismes très différents qui se trouvent avoir les mêmes exigences d'immersion en eau calme (c'est le cas pour *Fucus serratus* ou *Ascophyllum nodosum*, *Balanus balanoides*, *Patella vulgata* typique), il n'était nullement évident que l'humidité supplémentaire et l'évaporation de cette humidité supplémentaire, influe de la même façon sur les Algues, qui présentent une surface d'évaporation considérable, et sur les Balanes ou Patelles qui occlusent étroitement toute ouverture et semblent ainsi protégées contre l'évaporation par leur épaisse carapace.

Conclusion

L'étude du phénomène de la marée réduit à lui-même nous avait conduit à admettre que chaque espèce possède une exigence déterminée vis-à-vis du régime minimum d'immersion, une sorte de cœfficient physiologique s'exprimant par un chiffre rapporté à la hauteur totale de la zone des marées.

Dès lors, nous pouvons exprimer le fait que l'humidité résiduelle ou surajoutée élève les limites supérieures, en disant que *cette humidité, à elle seule, peut tenir lieu d'immersion franche.* En ce qui concerne en particulier les organismes qui s'arrêtent au niveau des pleines mers de morte-eau, et dont les exigences d'immersion s'expriment sous la forme simple « immersion bi-quotidienne », on peut dire que, là où on voit leur limite s'élever de 1 mètre, 1 m. 50, il existe jusqu'à ce niveau un régime d'humidité qui est physiologiquement équivalent à l'immersion bi-quotidienne ; et que cette équivalence est sensiblement la même pour des organismes très variés.

CHAPITRE IV

Influence de l'immersion

Tous les organismes marins fixés sont limités dans leur extension vers le haut par l'émersion et leurs limites ont été étudiées dans les chapitres précédents ; inversement, tous les organismes terrestres fixés (Lichens, Phanérogames...) sont limités dans leur extension vers le bas par l'immersion à laquelle le sol est soumis lorsqu'on pénètre dans la zone intercotidale. De plus, un certain nombre d'organismes paraissent être spéciaux à la zone intercotidale, où on leur reconnaît donc une limite supérieure, généralement bien tranchée, et une limite inférieure. Cette dernière est très rarement nette : L'espèce se raréfie très progressivement, descend jusqu'à des niveaux extrêmement variables d'un point à un autre, même en eau très calme. Pour ces raisons, auxquelles il faut ajouter que le nombre des organismes spéciaux à la zone intercotidale est très restreint, je ne donnerai, sur les limites inférieures de répartition, que des renseignements peu nombreux et peu précis. J'ajouterai diverses données sur les modifications du régime d'immersion dans certains domaines (moulins à marées, etc.), et les conséquences qui en résultent sur les organismes fixés. L'une de ces modifications s'est faite sous mes yeux (bassin de natation de Dinard) et prend la valeur d'une véritable expérience.

Lichens

La limite inférieure des lichens n'est pas trop imprécise. J'ai trouvé sur la muraille de Port-Saint-Hubert, exposée au Sud-Sud-Est, en moyenne :

Ramalina, limite inférieure	12 m. 55
Xanthoria, limite inférieure	12 m.

A Cancaval, sur la paroi exposée au Sud :

Xanthoria	12 m. 10 à 12 m. 25

Au Décollé, côté Est, les limites sont également assez bien tranchées :

Ramalina, limite inférieure	13 m. 05
Xanthoria, limite inférieure	12 m. 55
Lichina confinis, limite inférieure	12 m. 55
Verrucaria maura, limite inférieure	11 m. 35

Le fait qu'au Décollé, où règnent les vagues et les embruns, les *Ramalina* et *Xanthoria* sont cantonnés à des niveaux plus élevés qu'à Port-Saint-Hubert et Cancaval où l'eau n'est pas projetée au-dessus du niveau que lui assigne la marée, confirme que c'est bien l'humidité marine qui est nocive à ces espèces et arrête leur extension vers le bas.

Ces limites inférieures sont-elles proches de niveaux cotidaux remarquables ? Celle des *Xanthoria* (12 m. à 12 m. 25 en eau calme) est proche du niveau moyen des pleines mers de vive-eau, 12 m. ; celle des *Verrucaria*, bien que je ne l'aie pas mesurée en eau calme, peut passer

pour proche du niveau minimum des pleines mers de vive-eau (11 m. 25). Celle des *Ramalina* ne donne rien de clair : elle est à mi-distance (12 m. 55) du niveau moyen (12 m.) et du niveau maximum (13 m. 20) des pleines mers de vive-eau.

Fucacées

On sait que les *Pelvetia* ne se trouvent qu'à des niveaux assez élevés (à Port-Saint-Jean, je n'en ai pas trouvé au-dessous de + 8 m. 10), que les *Fucus platycarpus* et *vesiculosus*, vers le bas, cèdent presqu'entièrement la place aux *Fucus serratus*, qui se raréfient à leur tour dans la zone des Laminaires. Les phénomènes de concurrence interviennent certainement pour expliquer ces transformations de la flore. Mais il semble aussi que les diverses Fucacées exigent des assèchements plus ou moins fréquents : tout le monde connaît leur absence dans la Méditerranée, sauf au fond de l'Adriatique où les marées ont quelqu'importance et où se trouve un Fucus. La littérature fournit d'autres arguments. J. Schouteden-Wery note qu'on ne trouve aucun Fucus dans l'huîtrière de Nieuport, en dépit d'une salinité normale, et bien qu'ils vivent parfaitement dans le canal qui y amène l'eau des hautes mers. Car la présence d'une écluse a pour effet de supprimer dans l'huîtrière tout mouvement de l'eau ; donc « le mouvement de l'eau (l'auteur désigne par cette expression, non seulement les vagues et courants, mais aussi les oscillations des marées) » est bien le facteur indispensable à la vie de la plupart de ces algues.

Mes constatations me conduisent également à admettre le rôle du phénomène des marées.

Je rappelle que j'ai noté (p. 127) qu'on ne trouve pas de Fucus dans les bassins à flot, sauf des frondes minuscules de *Fucus vesiculosus* à Saint-Malo, près de l'écluse, où elles paraissent favorisées par le courant assez sensible qui existe en ce point lorsque la marée entre dans le bassin.

Dans les moulins à marées, le plus souvent les Fucacées font à peu près entièrement défaut, alors que sur les murailles extérieures des réservoirs elles prospèrent magnifiquement. Il ne s'en trouve quelques pieds (*Fucus vesiculosus* et surtout *Ascophyllum nodosum*) qu'aux environs des orifices d'entrée ou de sortie d'eau, là où des courants se font sentir. En somme, ces faits sont très comparables à ceux que nous avons observés dans les bassins à flot. Pourtant, dans les moulins à marées, l'immersion n'est pas permanente. L'émersion est seulement toujours abrégée, et souvent supprimée pendant plusieurs jours de suite (en vive-eau). Dans le moulin situé à l'Est de Saint-Suliac, au fond de l'anse de Saint-Jouan (voir p. 117), on constate que les *Pelvetia* existent sur les murailles intérieures du réservoir, au-dessus du niveau de retenue (niveau supérieur du barrage submersible), mais qu'au dessous de ce niveau, elles se raréfient brusquement pour disparaître bientôt. Il semble donc que l'émersion doive être fréquente pour permettre le développement normal des Fucacées.

Des Fucacées, qui ont pu effectuer leur croissance normale dans des conditions normales d'émission, seront-elles tuées si, adultes, elles viennent à être immergées en permanence, et en combien de temps disparaîtront-elles ? L'expérience a été réalisée sous mes yeux. A Dinard, un barrage a été construit et mis en service le 14 juillet 1927, pour retenir l'eau apportée par la marée haute, et permettre aux baigneurs de plonger à toute heure du jour dans ce « pool ». Dans ce réservoir se trouvent enclos des rochers qui, de tout temps, étaient couverts de *Pelvetia*, *Fucus platycarpus*, *Ascophyllum nodosum*. Le barrage atteignant la hauteur de 11 mètres, les trois espèces se sont trouvées brusquement soumises au régime de l'immersion permanente, à partir du 14 juillet 1927 : le réservoir ne fut mis à sec quand le cas où je désirais le visiter. A la fin de septembre 1927 (2 mois et demi), ces trois espèces étaient toujours bien développées.

Mais, le 20 avril 1928 (9 mois) il n'en était plus de même. Il ne restait plus trace des *Pelvetia*. Un certain nombre de frondes déchiquetées et se réduisant progressivement au seul épaississement axial, représentaient les *Fucus platycarpus* en voie de disparition. Seuls les *Ascophyllum* restaient bien développés. Le 19 juillet 1928 (12 mois), il n'y a pas de changement important. La plupart des pieds de *Fucus platycarpus* ont disparu, d'autres résistent encore. Les *Ascophyllum* sont toujours présents.

Il me paraît intéressant de souligner que la *résistance à l'immersion est en raison inverse de l'altitude que peut atteindre l'espèce considérée* : en effet, je rappelle que les *Fucus platycarpus* remontent plus haut que les *Ascophyllum* et les *Pelvetia* plus haut que les *Fucus*.

Le *Fucus ceranoides* disparaît aussi dans des conditions comparables : Sollaud a observé qu'à l'embouchure de la Slack, un changement topographique avait amené cette algue à être « immergée à peu près en permanence dans une eau calme ou affectée seulement de courants très lents ». Elle a disparu de ce lieu, n'ayant pu « résister aux conditions anormales qui lui étaient imposées ».

Les Fucacées, au moins celles qui habitent les niveaux élevés, exigeraient donc, pour prospérer, des émersions très fréquentes. Si ces conditions ne sont pas satisfaites, elles ne pourraient subsister qu'à la condition de subir des courants suffisamment accentués. Il serait intéressant de rechercher par les dragages si, au-dessous du zéro, les Fucacées (Ascophyllum ?) ne peuvent de même exister que dans certaines conditions de courants, ni trop faible, ni trop violent.

Si la *fréquence* de l'émersion paraît à peu près nécessaire, sa *durée* a une moindre importance. Dans l'écluse du bassin à flot de Saint-Malo, des *Fucus* sont bien représentés, et s'arrêtent au même niveau que dans le port d'échouage. Or, dans cette écluse, l'eau est généralement retenue, pendant la marée descendante, pendant une ou plusieurs heures, afin de faciliter la sortie des navires et de diminuer la perte de niveau du bassin. Les durées d'émersion sont donc sensiblement plus brèves qu'au dehors de l'écluse, sans que cela paraisse influer sur les Fucus.

Conclusion

La raréfaction que l'on voit subir, lorsqu'on descend vers le bas de la zone des marées, par certaines espèces habitant les régions élevées de cette zone, n'est pas seulement due à des phénomènes de concurrence : l'immersion a une influence nocive certaine, démontrée expérimentalement dans certains cas. Ces résultats s'appliquent aux organismes végétaux. Je ne saurais les étendre à des animaux tels que Chthamales, *Balanus balanoides*, *Patella conica*, car ils subsistaient dans le bassin de natation de Dinard après douze mois d'immersion permanente.

CHAPITRE V

Influence des mouvements de l'eau

Il a été reconnu de tout temps que les mouvements de l'eau ont une influence primordiale sur la répartition des organismes littoraux. Je rappellerai sommairement l'historique de la question, qui concerne surtout les vagues, et fort peu les courants. Puis j'exposerai mes recherches personnelles, concernant surtout les courants. Je mentionnerai les analogies très accentuées qui se révèlent entre l'action des courants et celle des vagues ; puis, je mettrai en évidence certaines différences assez marquées qui subsistent entre les actions de ces deux facteurs. Je ne reviendrai pas sur la question, déjà étudiée plus haut (p. 158), de l'influence particulière des vagues sur l'altitude de la limite supérieure de divers organismes.

§ I[er]. — Historique

Tous les auteurs ont décrit les différences énormes, qualitatives et quantitatives, qui existent entre la population animale et végétale d'un point abrité et celle d'un point battu par les vagues, et ont presque toujours attribué ces différences à la force des vagues. Les vagues trop fortes font disparaître certains organismes : c'est le cas notamment pour la plupart des Fucacées. Par contre, d'autres organismes apparaissent ou deviennent plus abondants (Cirripèdes, Oursins, divers Mollusques). Pour ceux-ci une action favorisante directe du ressac a été envisagée, surtout par DE BEAUCHAMP qui admet cette action pour le *Balanus perforatus*. On a aussi invoqué une plus forte teneur de l'eau en oxygène, et, d'une façon générale, une plus grande aération par le ressac. PRENANT et TEISSIER pensent que « l'agitation de l'eau influe essentielle ment par un renouvellement de l'eau aérée » : elle est « très favorable aux *Chthamalus stellatus*, *Balanus balanoides* et *Balanus perforatus* ». Il y a enfin des espèces qui paraissent présenter leur prospérité la plus grande aux points demi-exposés aux vagues. C'est le cas pour *Rivularia bullata* (DE BEAUCHAMP).

Cette action des vagues sur les organismes est d'une importance telle qu'on peut considérer qu'après le facteur « nature du substratum », absolument prépondérant, c'est elle qui commande la répartition des organismes sur la côte. C'est ainsi que DE BEAUCHAMP, qui a résumé de façon très heureuse dans un tableau, la répartition des principaux organismes d'après les qualités du milieu ambiant, fonde les subdivisions de ce tableau, en premier lieu sur la substratum, et en second lieu sur l'importance des vagues. Il distingue ainsi divers « modes » : très abrité, abrité, battu, très battu (1).

L'action des courants sur les organismes a été beaucoup moins étudiée. Cependant, DE BEAUCHAMP et LAMI constatent que les courants peuvent avoir la même action favorisante que les

(1) Ne parlant ici que de la côte et non des estuaires, je laisse de côté les modes saumâtre et demi-saumâtre que DE BEAUCHAMP ajoute aux précédents.

vagues sur les *Balanus perforatus* et *Chthamalus stellatus* (1), qui en effet peuvent exister en des points où les vagues sont modérées et les courants accentués (c'est le cas à Bréhat). Mais les deux facteurs n'ont pas été nettement isolés jusqu'ici, les recherches des auteurs ayant été effectuées sur le littoral proprement dit, où les vagues n'étaient jamais supprimées, ou bien dans des estuaires présentant de grandes variations de salinité, et qui, dès lors, n'étaient plus comparables à un domaine normal.

§ II. — Action des courants

La Rance maritime est un domaine exceptionnellement favorable pour étudier l'influence des courants sur la répartition des organismes. En effet, 1° les vagues y sont entièrement supprimées ; 2° la configuration de la Rance, où des anses très profondes sont séparées par des étranglements très accentués, entraîne la plus grande diversité en ce qui concerne les courants : on n'a que le choix pour étudier des points où les courants soient forts ou faibles ; 3° nous disposons ici, non seulement d'un « estuaire » où l'eau est de composition variable, comme dans les estuaires classiques étudiés par les auteurs précédents, mais de toute une région (1re région, étudiée p. 59) où, aux avantages précédents, s'ajoute celui d'une eau à composition absolument normale. Une importante cause d'erreurs est ainsi supprimée.

Résultats généraux

Je puis, dès maintenant, énoncer diverses conclusions que l'on peut dégager de la simple étude de diverses stations de la Rance, contenue dans la 2e partie. J'y ajouterai ensuite des observations faites spécialement en vue de compléter l'étude de la question.

1° *Domaine exempt de vagues et baigné par une eau de mer pure*

Ce domaine (1re région de la Rance) est tout entier soumis au « mode très-abrité ». On pourrait même créer pour lui l'expression : « mode parfaitement abrité », puisque les vagues en sont parfaitement éliminées en bien des points, ce qui n'est pas le cas dans les régions que de Beauchamp définit comme très abritées. Dans ce mode parfaitement abrité, je puis définir une série de subdivisions basées sur la plus ou moins grande vitesse des courants de marée qui « balayent » les berges : mode *très-balayé*, mode *semi-balayé*, mode *tranquille*, enfin, mode *très-tranquille*, là où l'eau n'est soumise qu'à des courants insignifiants.

La simple comparaison des descriptions de faune et de flore que j'ai faites dans cette région, impose la constatation suivante :

Dans un domaine exempt de vagues, et baigné par une eau de mer non modifiée, les courants constituent le facteur prépondérant qui règle la distribution des organismes sur les rochers de la zone intercotidale.

Aux différents modes que j'ai défini plus haut correspondent des populations différentes

Mode très balayé

Donne au peuplement les caractères que j'ai décrit à Cancaval, p. 63, ou dans les couloirs de décharge des vannes des moulins à marées, p. 119 (Fucacées absentes, animaux fixés très nombreux, principalement Cirripèdes et Mollusques).

Mode demi-balayé

La roche est encore, dans l'ensemble, dépourvue de Fucacées. Cependant, des *Pelvetia canaliculata* se développent à un niveau élevé : à Cancaval, par exemple, on les trouve en abon-

(1) S'agit-il des *Chthamalus stellatus*, ou des *Balanus balanoides*, qui existent certainement à Bréhat, puisqu'ils sont déjà très abondants à Plougrescant, situé à l'ouest de Bréhat (voir E. Fischer, n° 1) Les auteurs n'ont pas fait la distinction des deux espèces.

dance aux points où le courant n'est pas très violent; leur développement est évidemment favorisé d'une façon générale, par le fait qu'en la plupart des points de la Rance (sauf la muraille de Port-Saint-Hubert et quelques autres), les courants n'acquièrent leur violence que lorsque la mer a déjà baissé sensiblement, et la perdent à marée montante, avant que la mer n'ait atteint les niveaux élevés. En certaines stations il s'y adjoint *Catenella opuntia*. Aux niveaux moyens, la faune est plutôt moins riche qu'aux points très balayés, mais les espèces principales qu'on trouve en ces derniers points restent ici bien représentées. Enfin et surtout, les niveaux bas sont envahis par de nombreuses espèces, dont la description a été faite à la Briantais, p. 66. Ces espèces sont favorisées non seulement par les courants modérés, mais vraisemblablement aussi par la richesse de l'eau en substances réductrices dissoutes, qui se manifeste constamment aux endroits où elles prospèrent (voir p. 188).

Mode tranquille

Les Fucacées envahissent la roche. Entre leurs frondes on trouve encore divers animaux, mais moins variés et beaucoup moins serrés que précédemment : *Balanus balanoides*, *Patella vulgata* et sa variété *conica*, *Purpura lapillus*, *Gibbula umbilicalis*, *Littorina littorea*, etc.

Mode très tranquille

Au fond des anses où les mouvements de l'eau sont extrêmement ralentis, les rochers sont le plus souvent ensevelis sous la vase. Cependant, quand leur pente est forte, et mieux encore dans le cas d'une maçonnerie (murailles extérieures des moulins à marées), la vase, tombant dès qu'elle dépasse une certaine épaisseur, ne forme qu'un mince enduit : les Fucacées peuvent alors se développer, et sont très bien représentées. Mais, entre leurs frondes, on ne trouve plus aucune espèce animale. L'absence des formes animales ne saurait être attribuée à une altération de la composition de l'eau, qui peut conserver sa composition normale et également sa transparence (au fond de beaucoup d'anses elle arrive très lentement et ne remue pour ainsi dire pas la vase). Elle ne peut être attribuée qu'à la faiblesse des courants.

2° *Domaine exempt de vagues et baigné par une eau de mer modifiée*

Dans la région terminale de la Rance, de Port-Saint-Jean au Chatelier, l'eau n'est plus normale : elle est sujette à de grandes variations de salinité, et est très chargée de vase. Cette région de la Rance mérite véritablement le nom d' « estuaire ». L'étude de l'action des courants s'exerçant dans ces conditions spéciales donne les résultats suivants.

Mode très tranquille

Exactement comme pour l'eau normale : Fucacées, pas d'animaux.

Mode tranquille

Contrairement à ce qui s'observait en milieu marin normal, la population d'un rocher soumis au mode tranquille, ressemble beaucoup à celle d'un rocher soumis au mode très tranquille : elle est constituée simplement par un manteau de Fucacées, qui ne recouvre ni Mollusques ni Cirripèdes. Ce n'est qu'à la base des rochers, baignant presque continuellement dans le courant de la rivière, qu'apparaissent quelques organismes, un peu spéciaux (*Balanus improvisus* et *crenatus*, *Membranipora monostachys*, *Mercierella enigmatica*). Sur toutes les berges rocheuses situées au-delà de Port-Saint-Jean, on ne rencontre guère que cette faune très restreinte, même là où les Fucacées se raréfient sous l'action du courant (le Chêne-vert, p. 98).

Mode balayé

Bien représenté à la sortie du moulin de Mordreux (p. 120), et surtout à Port-Saint-Jean (niveaux bas, p. 288). En ces points apparaissent un assez grand nombre d'espèces animales, Spongiaires, Anthozoaires, Bryozoaires, Mollusques, Tuniciers.

Mode très balayé

Muraille de Port-Saint-Hubert, certains points de Port-Saint-Jean aux niveaux bas, muraille du Moulin à marées de Rochefort. Les Fucacées sont totalement absentes, et remplacées par une faune comportant une bonne partie des éléments que nous lui connaissions,à Cancaval par exemple: *Balanus balanoides* et Chthamales, ces deux espèces en associations serrées, Patelles, etc.

Rivière de Tréguier

A titre comparatif, j'ai étudié un point de la rivière de Tréguier, à son confluent avec le Guindy. Là aussi l'eau est exempte de vagues, très trouble, et sa salinité varie. Une pointe rocheuse s'avance au milieu du confluent, où les courants la lèchent violemment : elle est dépourvue d'algues et porte des associations serrées : *Balanus balanoides* et *perforatus*, *Patella vulgata*, *Mytilus edulis*, *Sagartia luciae*. Sur les rochers voisins, en retrait du courant, se développent les Fucacées, et les animaux disparaissent. Ici non plus, au mode « tranquille » ne correspond par un peuplement intermédiaire avec animaux abondants sous un épais manteaux d'algues : la faune disparaît de suite, à peu près aussi complètement que sous le mode « très tranquille ».

Conclusion

Dans les estuaires où la composition de l'eau est variable, tout comme dans les milieux calmes où l'eau est normale, le courant est le principal des facteurs qui règlent la distribution des organismes. Il convient de souligner que son rôle est plus important que celui de la dessalure, à laquelle les auteurs attribuaient généralement l'appauvrissement considérable de la faune : en effet, il suffit de se trouver en un point balayé pour y voir reparaître une faune assez riche.

MODE D'ACTION DES COURANTS

Par quel mécanisme les courants peuvent-ils amener la suppression des Fucacées (1), et l'apparition d'un grand nombre de formes animales ? Nous n'en savons rien. La concurrence intervient probablement, mais ne peut intervenir que dans l'un ou dans l'autre des deux phénomènes. Les courants empêchent-ils la fixation des Fucacées, ou arrachent-ils les jeunes pieds ? L'apparition de diverses espèces animales est-elle provoquée par un apport de larves poussées par le courant ? La croissance est-elle favorisée par une influence directe de la pression, comme DE BEAUCHAMP l'a imaginé pour les vagues agissant sur *Balanus perforatus* ? Par un renouvellement de l'eau favorisant la respiration (2) ? Tout est à faire dans ce domaine, et des recherches expérimentales sont dès maintenant entreprises à Saint-Servan. Tout ce que je puis risquer ici, c'est une hypothèse concernant un problème particulier.

Pourquoi les différentes espèces animales qui se trouvent sous les algues aux points « tranquilles » de l'entrée de la Rance, manquent-elles au fond de la Rance dans les mêmes conditions de courant, et n'y apparaissent-elles qu'aux points « balayés » ? Le fait, pour une espèce, d'être soumise à des variations de salinité, rend-il cette espèce plus exigeante au point de vue des

(1) Je rappelle ici un résultat établi plus haut et qui concerne les courants (p. 364) : les Fucacées, qui craignent un excès de courant, exigent, d'autre part, un certain minimum de courant, lorsqu'elles se trouvent soumise à 'immersion permanente ou prolongée.

(2) Ou favorisant la nutrition. Voir ci-dessous, page 190.

courants ? Je crois beaucoup plutôt que la vase est en cause. L'eau, très trouble, entretient sur les rochers du Chêne-Vert, de Rochefort, etc., une couche de vase qui ne peut être enlevée que par un courant assez violent, suffisant d'ailleurs pour supprimer les Fucacées. Si cette hypothèse se vérifiait, on pourrait dire que l'un des modes d'action favorisante des courants sur les organismes, est une action indirecte : maintien de la roche et des organismes eux-mêmes à l'état de propreté.

Observations quantitatives sur les courants

Problème

La violence des vagues étant une des qualités de l'eau les plus difficiles à mesurer et même à définir, on n'a jamais pu en parler qu'en termes vagues. « Il est difficile », disent Prenant et Teissier, « de raisonner sans mesures précises de l'agitation ». Devant ces imprécisions, j'ai souvent entendu des naturalistes exprimer des doutes sur la réalité même de l'influence des vagues sur la répartition des organismes. Et cela m'a déterminé à essayer d'obtenir des précisions, en ce qui concerne les courants qui se prêtent aux mesures beaucoup mieux que les vagues. Y a-t-il, pour chacune des espèces qui disparaissent ou apparaissent sous l'action des courants, une vitesse caractéristique marquant la limite de ses possibilités d'existence ? Ou, pour poser la question d'une façon moins théorique, si nous étudions chacun des points de la Rance où l'on voit le manteau des Fucacées qui couvre généralement les berges, se terminer et faire place à des animaux, trouverons-nous, en chacun de ces points, le même régime de courants ?

Méthode

Elle est des plus simples. Pour mesurer la vitesse d'un courant, je jette dans l'eau une poignée d'Algues de diverses espèces. Il s'en trouve toujours qui flottent entre deux eaux : elles ne donnent pas prise au vent; et, d'autre part, leur forme compliquée donne excellente prise à l'eau. Leur emploi m'a paru préférable à celui de n'importe quel objet fabriqué.

La vitesse du courant *au contact même* des berges et des organismes étudiés, la seule qui nous intéresse, est généralement beaucoup plus faible que celle de l'eau courant à quelque distance des berges. Je n'ai donc fait de mesures que lorsque certaines des Algues jetées à l'eau longeaient étroitement la berge, la frôlant presque.

Résultats

1° *Disparition des Fucacées.* Un des premiers résultats obtenus est le suivant :

Les Fucacées supportent des courants beaucoup plus rapides, lorsqu'elles s'insèrent sur une paroi horizontale ou inclinée, que lorsqu'elles s'insèrent sur une paroi verticale.

Cette constatation impose de définir avec précision les conditions dans lesquelles les mesures doivent être entreprises. J'ai choisi ici encore la *paroi verticale parallèle à la ligne du rivage*, de préférence aux parois horizontales qui : 1° peuvent être foulées par les pêcheurs ; 2° ne peuvent donner lieu à des mesures qu'au moment très bref où l'eau se trouve à leur niveau ; 3° comportent presque toujours des concavités où les Algues s'implantent à l'abri des courants.

Les résultats obtenus dans ces conditions sont maigres et je ne les présente que sous réserve. Voici pourquoi :

En premier lieu, les murailles verticales sur lesquelles s'observent le passage d'une région couverte de Fucacées à une région dépourvue de Fucacées, sont des plus rares (brèves surfaces à Cancaval ; muraille de Port Saint-Hubert et rochers voisins). En second lieu, je me suis très vite rendu compte, surtout à Cancaval où le rivage est assez tourmenté dans le détail, qu'au

contact des berges il se produit des tourbillons locaux et autres irrégularités dans la marche des courants ; de telles irrégularités existent évidemment aussi en profondeur, de sorte que, si l'on étudie des Algues en un point lorsque l'eau vient à leur niveau, on n'est pas certain que lorsque l'eau se trouve à un niveau plus élevé, elles ne supportent pas des viteses plus élevées qui échappent à l'observation. On obtiendrait sans doute des résultats convenables dans un estuaire étroit ayant ses berges bien régulières et parallèles ; mais la Rance, si avantageuse à tant d'autres points de vue, se prête très mal à ce genre de mesures. Voici cependant quelques chiffres, ceux qui ont été obtenus dans des conditions les moins défectueuses. Puisque ce sont des vitesses maxima que je recherche, j'ai opéré en vive-eau. Les résultats sont exprimés en centimètres-seconde.

Cancaval, 29/8/27. Importance de la marée: 11 m. 50 — 1 m. 50. Mesures effectuées à marée descendante.

Espèces étudiées	Vitesses observées aux environs de la limite des Fucacées								
	La ou les Fucacées existent encore					La ou les Fucacées n'existent plus			
Pelvetia canaliculata.	100	100	100	100	120	150			
Fucus platycarpus.....	43	50	50	70		117	100	100	
Fucus vesiculosus	50	70				117	100	100	
Ascophyllum nodosum	50	70				117	100	100	50

Port-Saint-Hubert, 14/9/27. Importance de la marée: 12 m. 75 — 0 m. 35. Mesures effectuées à marée descendante.

Espèces étudiées	Vitesses observées aux environs de la limite des Fucacées					
	La ou les Fucacées existent encore			La ou les Fucacées n'existent plus		
Pelvetia canaliculata	35	37	40	96		
Fucus platycarpus	34	35		96		
Ascophyllum nodosum	35	40		48	40	

Ces résultats sont très imprécis. Il reste de ces mesures la certitude que les vitesses indiquées dans la colonne de gauche sont supportées sans dommage. Tous ces chiffres obtenus sont d'ailleurs très faibles, même lors de la marée assez forte de Port-Saint-Hubert. Par une marée de coefficient 118 ils seraient plus élevés, mais n'atteindraient sûrement pas un autre ordre de grandeur. Il semble donc que l'on puisse provisoirement considérer que *sur une muraille verticale, un courant de un mètre-seconde environ suffit à entraver le développement des Fucacées.* Sur une surface non verticale, on obtiendrait des chiffres beaucoup plus élevés.

2° *Quelques autres données.* A Cancaval les *Rivularia bullata* supportent sur paroi verticale 100 centimètres-seconde (29/8/27) ; à Port-Saint-Jean (14/9/27), en un point où subsistent des *Hymeniacidon caruncula,* mais où manquent, exclus par les courants, m'a-t-il semblé, les *Aiptasia Couchi* et *Circinalium concrescens,* j'ai noté dans de très bonnes conditions une vitesse maxima de 69 centimètres-seconde. La même vitesse suffit à faire apparaître le *Balanus perforatus,* assez exigeant au point de vue du courant, et il est probable qu'il lui suffit d'une vitesse moindre.

§ III. — Action des vagues

L'action des vagues est bien connue, ainsi que je l'ai rappelé dans l'historique, mais je pourrai cependant compléter nos connaissances à son sujet par comparaison avec ce que nous avons appris de l'action des courants. Nous pourrons ainsi, en quelque sorte, décomposer l'action des vagues en deux : les effets analogues à ceux que produisent les courants pourront être attribués à la simple vitesse de l'eau et au simple renouvellement de l'eau ; les effets spéciaux aux vagues pourront être attribués aux brusques variations de vitesse et aux brusques changements de sens qui caractérisent les mouvements des vagues.

Ainsi je suis amené à faire intervenir l'action spéciale, arrachante, des vagues, à propos d'un fait que j'ai signalé plus haut, à savoir que l'association des Tuniciers (principalement *Dendrodoa*), Spongiaires, Anthozoaires etc., que nous avons trouvée bien représentée dans la Rance, même là où le courant est déja assez fort, cesse d'exister dès que l'on pénètre dans les régions soumises aux vagues, même très amorties. Du moins elle y est extrêmement mal représentée sur les surfaces verticales et librement exposées. Elle n'est vraiment bien développée, alors, que dans des conditions assez particulières :

1° Dans des grottes. La description de la faune des grottes de Per'haridi et Rec'hier Duon, que fait Pruvot à la page 587 de son travail, ressemble beaucoup à celles que j'ai faites des rochers à découvert de La Briantais ou de Saint-Suliac.

2° Sous les pierres aux environs des herbiers ; ou bien encore sur certaines parois rocheuses à l'abri d'un manteau de Laminaires.

Ce que je dis ici du type de peuplement à *Dendrodoa*, peut s'appliquer également à l'Algue *Catenalla opuntia*, qui, connue pour habiter sur le littoral les grottes, fentes, creux (voir de Beauchamp, p. 87, 168, 255), forme, dans la Rance, une zone bien développée à découvert (voir p. 78, 121).

On expliquait jusqu'ici la localisation de ces formes sous des abris, en faisant intervenir la crainte de la lumière et de la dessication. Puisqu'elles existent à découvert dans la Rance, il faut chercher autre chose. Il m'apparaît que le facteur prépondérant de cette localisation est l'*effet d'arrachement que possèdent les vagues du fait des brusques variations et inversions du mouvement*, et que les courants, même assez rapides, ne possèdent qu'à un bien moindre degré. Il n'est pas absurde de supposer que sous les pierres, dans les fentes, dans les grottes, les organismes soient mieux à l'abri de cet arrachement : il me semble que c'est sur des surfaces découvertes, où l'eau peut frapper de front, jaillir et retomber en cascades, que son choc est le plus à craindre. Chaque fois que le mouvement de l'eau se trouve endigué, qu'il vient se frotter à un plafond ou même aux parois latérales d'un couloir, il doit se trouver régularisé dans une certaine mesure, et ressembler davantage à celui d'un « courant » tangentiel. On peut d'ailleurs s'en assurer dans les grottes ou les couloirs. On y voit l'eau « filer », avec une vitesse souvent très grande, mais beaucoup moins sujette à se briser avec violence et à revenir dans un brusque ressac, que sur les rochers découverts s'offrant librement à la vague.

Il semble qu'une remarque analogue à celles que je fais ici, ait été sentie par Prenant et Teissier à propos de l'Hydraire *Sertularia operculata* (p. 32). C'est une espèce dont les touffes « prospèrent... là où l'eau est toujours agitée : aussi leur station caractéristique est-elle la face inférieure des rochers surplombants, largement exposés au ressac ». Or, les auteurs notent qu' « un courant. violent peut remplacer le ressac : c'est ainsi que nous en avons récolté en très grande quantité

sur des tiges de Laminaires dans le couloir inférieur de la grotte d'Estellen » (1). Les auteurs admettent donc, comme moi, que dans le couloir d'une grotte les mouvements de l'eau consistent davantage en un courant qu'en un effet de ressac. Mais je crois pouvoir dire, en outre, que, lorsqu'un rocher surplombant a sa face supérieure largement exposée au ressac, il ne saurait en être de même à sa face inférieure où l'eau est limitée dans son mouvement et réfléchie vers le fond. Puisque c'est à cette face inférieure que l'espèce se localise, il en résulte que l'on peut dire, contrairement aux auteurs précédents, que *Sertularia operculata craint* le ressac. Et en effet, dès qu'on pénètre dans la Rance où le ressac est supprimé, on constate que l'espèce n'est plus cantonnée à la face inférieure des pierres, mais pousse à leur face supérieure en se dressant verticalement (La Briantais, Saint-Suliac, Port-Saint-Hubert, etc.).

Dans un autre exemple, d'intérêt beaucoup plus restreint, les connaissances acquises sur l'action des courants en milieu calme, vont aussi pouvoir intervenir dans des études faites dans le domaine des vagues :

Sur les points semi-battus du littoral, on trouve fréquemment des Fucacées sur les banquettes horizontales ou sur les parois à faible pente, alors qu'elles manquent sur les parois verticales voisines (celles du moins qui regardent la mer). De cette particularité je me donnais, plus ou moins consciemment, l'explication suivante : je pensais que le choc de la vague, susceptible d'arracher les Fucacées, est moins fort sur une paroi horizontale que sur une paroi verticale qu'elle vient frapper de front. Mais le fait énoncé plus haut, que même en l'absence de tout ressac la simple translation de l'eau produit le même effet, m'enseigne qu'il faut chercher autre chose. Peut-être la fixation des œufs est elle plus difficile, à égalité d'agitation ou de courant, sur une paroi verticale que sur une paroi inclinée.

Une dernière remarque sur l'action des vagues doit trouver place ici. Certains organismes connus pour être favorisés par le ressac, ne le sont que jusqu'à un certain point, jusqu'à un optimum, au-delà duquel les fortes vagues leur deviennent contraire. C'est le cas pour les Patelles et les Laminaires : j'en ai donné un exemple à la pointe du Décollé (p. 36 et 37), où ces espèces disparaissent des régions trop battues. Dans le même ordre d'idées, je mentionnerai que *Balanus perforatus*, manifestement favorisé par les vagues et les courants, n'offre cependant pas une résistance illimitée au choc de l'eau, puisqu'il disparaît sous la trombe d'eau du couloir de la vanne de décharge des moulins à marées (p. 119).

(1) Elles y pendent aussi de la voûte. Voir DE BEAUCHAMP, page 165.

CHAPITRE VI

Influence de la salinité

§ Ier. — Historique

La salinité est l'une des qualités de l'eau dont les variations ont été le plus souvent invoquées comme pouvant influer sur la répartition des organismes. Il a été envisagé à ce point de vue :

La distribution de la salinité à la surface du globe, variant d'une mer à l'autre (Méditerranée 38, Atlantique 35, mer du Nord 33, salinités très basses dans la Baltique, etc.).

Les variations de la salinité se produisant dans des domaines restreints annexés aux diverses mers : abaissements dans les estuaires, augmentations dans les marais salants et les lagunes.

Ayant très peu d'observations personnelles sur les augmentations de salinité (ces observations trouveront place dans la 4e partie), je ne parlerai ici que des abaissements de salinité.

Dans un vaste domaine comme la Baltique, la salinité est basse, mais peu variable en un même point : dans certaines régions elle oscille autour de 8 %, dans d'autres autour de 6 %, etc. Ce cas doit être soigneusement distingué de celui des estuaires où la salinité peut présenter des *variations* rapides et étendues. Il n'est nullement certain qu'une espèce marine qui est apte à vivre dans une eau à salure faible, mais peu variable, pourra supporter de brusques variations de la salinité. Et d'ailleurs, les auteurs étudiant les estuaires, n'ont pas hésité à attribuer à un certain nombre d'espèces une grande intolérance vis-à-vis des variations de la salinité, quand bien même ces espèces se trouveraient dans la Baltique.

Pruvot (p. 607) reconnaît, en plus du faciès rocheux et du faciès vaseux, un « faciès d'estuaires », créé par « le mélange des eaux douces et salées, avec les variations rapides de température et de salinité... Au point de vue de la nature du fond, il est caractérisé, en particulier, par une certaine proportion de vase ». Il a étudié les rivières de Morlaix et de Penzé dans la région de Roscoff. La faune s'en montre très appauvrie quant au nombre des espèces. Parlant en particulier des rochers, il dit qu' « au lieu de leur faune habituelle, ceux-ci sont littéralement envahis par les Hydraires et Bryozoaires suivants : *Campanularia flexuosa*, *Obelia longissima*, *Bowerbankia imbricata*, *Sarcochitum polyoum*, *Flustrella hispida*. La *Doris pilosa* Mull. et la *Goniodoris castanea* Ald. et Hanc. remontent jusqu'au milieu d'eux » (p. 597).

De Beauchamp admet le rôle de la dessalure dans l'appauvrissement du bios des flaques situées aux niveaux élevés, et des estuaires : en effet, pour ces derniers, ses études montrent aussi la grande pauvreté des formes. Pour la Penzé, il ajoute néanmoins quelques espèces à celles qu'a signalées Pruvot : *Hymeniacidon caruncula*, *Halicondria panicea*, *Littorina rudis* et *littorea*, de grandes Balanes qui sont vraisemblablement *Balanus perforatus*, et *Mytilus edulis*.

Prenant et Teissier donnent divers renseignements sur le rôle de la salinité dans la répartition des Cirripèdes, Bryozoaires et Hydraires aux environs de Roscoff et à Primel. *Chthamalus stellatus* est très résistant à la dessalure, plus que n'importe quelle Balane, et peut être atteint par une eau presque douce ; au contraire *Balanus balanoides* présente une extrême sensibilité à la dessalure, et ne se trouve que dans des régions librement exposées à la pleine mer ; *Balanus*

perforatus supporte mal l'eau douce, où il périt en quelques heures; dans les estuaires, il n'existe que là où l'eau de mer est à peine diluée ; *Balanus crenatus* est assez sensible à la dessalure ; *Balanus improvisus* au contraire est très euryhalin. D'autre part, « Les apports d'eau douce ont pour résultat la réduction considérable du nombre des espèces de Bryozoaires et d'Hydraires ». Le Bryozoaire le plus résistant, *Bowerbankia imbricata*, y est même beaucoup plus sensible que le *Balanus perforatus*. Parmi les Hydraires, *Campanularia flexuosa* et *Obelaria gelatinosa*, les plus résistants, ne le sont pas encore beaucoup : sensiblement comme *Balanus perforatus*.

Prenant et Duval fournissent sur la salure de plusieurs estuaires des mesures précises qui manquaient aux travaux antérieurs ; ils n'y ont pas joint parallèlement l'étude faunistique des stations étudiées. Ils donnent cependant quelques renseignements positifs sur certaines espèces. Pour s'en tenir à celles qui sont fixées sur les rochers, les renseignements sont les suivants : la limite des *Balanus balanoides* et des *Cellepora* est exactement celle de la salure normale à basse mer ; *Balanus improvisus* s'étend jusque dans une eau de salure 3 à marée basse ; *Chthamalus stellatus* supporte jusqu'à 1.

Th. Monod, étudiant la région de la Basse-Seule, pense que « le fait que le facteur « salinité » est susceptible d'une mesure aisée incite — comme cela est bien naturel — à en exagérer l'importance ». Comme renseignement positif sur les espèces fixées, je relève dans son travail, la présence de quelques *Balanus balanoides* sur les piles du pont de Plaisance. Sans préciser le niveau ni le régime de dessalure supporté par cette espèce, l'auteur note que « la présence de ce Cirripède en ce point est intéressante à signaler parce qu'il est considéré comme plutôt sténohalin et très sensible à la dessalure ».

Prenant, étudiant dans la région de Roscoff la faune fixée des Spongiaire, Tuniciers, Anthozoaires, Polychètes, dit : « L'influence de l'eau douce nous retiendra peu, car sur la plupart des espèces que nous avons à considérer, les apports d'eau douce, même minimes, sont très nocifs. Les Tuniciers sont très sténohalins, et aucun ne pénètre dans les estuaires. Parmi les Spongiaires, seuls sont euryhalins *Halicondria panicea* et *Hymeniacidon caruncula*, que l'on rencontre par exemple dans la Penzé, jusqu'aux environs du viaduc, avec *Balanus perforatus*. Si nous y ajoutons *Spirorbis borealis*, qui atteint en de telles stations des dimensions exceptionnelles, nous aurons à peu près épuisé la liste des formes plus ou moins euryhalines. Entre les autres il n'est même pas possible d'établir une gradation... ; c'est tout au plus si *Botryllus violaceus* est un peu moins exigeant que les autres Tuniciers à l'égard de la salure : il est le premier que l'on rencontre quand un très léger apport d'eau douce arrive à la mer.

L'euryhalinité d'*Actinia equina*, *Halicondria panicea* et *Hymeniacidon caruncula* se marque aussi aux niveaux supérieurs des rochers côtiers, où ces espèces sont soumises tantôt à l'évaporation, tantôt à la dessalure que produisent les pluies ».

§ II. — Recherches personnelles

Ce que j'ai dit à propos des courants (p. 168), dont l'action se révèle prépondérante dans la distribution des organismes des estuaires, m'a amené à croire que la grande pauvreté de la faune des estuaires de la région de Roscoff doit être attribuée, non pas tant à la dessalure, qu'à l'absence de rochers balayés par des courants suffisamment intenses. On pourrait dire alors que les auteurs précédents n'ont pas eu, en fait, la possibilité d'étudier la résistance à la dessalure des espèces marines fixées (sauf quelques exceptions).

Plus favorisé qu'eux, je dispose dans la Rance de pointes rocheuses où les espèces peuvent se fixer et prospérer, à la faveur de courants suffisants, et jusqu'aux niveaux les plus bas. J'ai

donc la possibilité d'étudier les transformations graduelles de la faune, et de me rendre compte, ou du moins d'essayer de me rendre compte dans les cas favorables, de la mesure dans laquelle la dessalure peut être considérée comme la cause de ces transformations. Plusieurs questions se posent.

1° Quel est le degré de tolérance des diverses espèces marines vis-à-vis des variations de salinité.

2° Quel est le degré de tolérance des diverses formes d'eau douce vis-à-vis des augmentations de salinité. Les quelques renseignements que je possède à ce sujet trouveront place dans la 4e partie.

3° Existe-t-il des formes marquant un optimum de prospérité dans une eau intermédiaire entre l'eau de mer et l'eau douce ? En est-il qui soient même cantonnées dans l'eau saumâtre, sans pénétrer dans le domaine franchement marin ni dans l'eau toujours douce ?

Influence des variations de salinité sur la répartition des espèces marines

Pour connaître la limite du régime que peuvent supporter les diverses espèces, je rechercherai :

a) Quelles sont les variations maxima de salure sous lesquelles j'ai effectivement récolté ces espèces. Ce sont là des résultats positifs, les seuls qui aient une valeur réelle.

b) Quels sont les régimes à partir desquels je n'ai plus retrouvé ces espèces. Il s'agit là de résultats négatifs, donc de bien moindre valeur que les premiers. Je ne les présenterai que sous des réserves extrêmes. Car, même en me tenant strictement aux constatations faites dans des conditions telles que je ne voie rien qui puisse interdire la présence de l'espèce étudiée, hormis la dessalure, je puis me tromper en admettant que « toutes autres conditions sont égales ». Dans les quelques cas où j'indiquerai une limite pour un organisme, je ne la présenterai qu'à titre essentiellement provisoire, jusqu'à ce qu'on ait trouvé l'espèce en une station à salinité plus variable.

a) *Etude positive de l'extension des formes marines dans les eaux à salinité variable.*

Nombreuses sont les espèces qui supportent des variations *modérées* de la salure. A Saint-Suliac (p. 72) j'ai donné une longue liste des organismes qu'on rencontre dans une eau pouvant perdre jusqu'au quart de sa teneur en sels : le peuplement de cette station est absolument comparable à celui d'une localité quelconque de la côte, et diverses formes, Ascidies, Eponges, y sont même plus apparentes (favorisées par le calme). Il est inutile d'y revenir ici. J'ajouterai seulement, à titre de confirmation, certaines observations faites dans d'autres stations où les variations de salinité semblent, à première vue, au moins aussi fortes qu'à Saint-Suliac, la rivière de Tréguier et le cap de la Hève.

A Tréguier (5 km. de l'embouchure de la rivière), j'ai nommé (p. 170) diverses espèces marines peuplant un point « balayé ». Le 20 septembre 1926, on trouvait en ce point 34,7 à marée haute, et 30,5 à marée basse, en une période de grande sécheresse où la salinité restait absolument normale à Saint-Suliac (voir p. 70, la mesure n° 20). En périodes pluvieuses les dessalures doivent donc y être assez fortes.

Au cap de la Hève, le voisinage de l'estuaire de la Seine abaisse la salinité, même en été : le 30 juin 1927, à marée basse, j'ai trouvé 27,6. Un examen très sommaire de la grève m'a permis de constater qu'on y trouve une faune normale, semblable à celle de beaucoup de points battus : dès la région inférieure de la grève on trouve des moulières *(Mytilus edulis)*, avec *Balanus balanoides*, des *Patella vulgata*, *Actinia equina*, *Purpura lapillus*, *Gibbula umbilicalis*, etc. Je n'ai pas vu de Laminaires.

Lorsque les variations de la salinité sont beaucoup plus considérables, comme c'est le cas à Port-Saint-Jean (p. 82), où l'eau perd souvent 1/3 ou 1/2, parfois 2/3 et davantage de sa salure, on retrouve néanmoins encore un assez grand nombre de formes marines bien développées et appartenant à des groupes assez variés. Les listes fauniques que j'ai données à Port-Saint-Jean en fournissent la preuve. Si l'on considère en particulier le faciès rocheux à découvert, on peut constater, je l'ai déjà dit, qu'il conserve à peu de choses près sa faune habituelle. Ce n'est pas ici le lieu d'examiner pour chaque espèce quelles sont les dessalures subies : ces renseignements se trouveront dans la 4e partie. Mais je puis déjà faire remarquer que plusieurs groupes, qui pouvaient être considérés comme sténohalins en raison de leur absence des rivières de la région de Roscoff, sont assez bien représentés à Port-Saint-Jean, en particulier les Tuniciers et surtout les Anthozoaires.

Enfin, en amont de Port-Saint-Jean, la faune paraît très pauvre au premier abord, mais nous retrouvons des espèces sensiblement plus nombreuses aux points bien balayés par les courants (moulins à marées), et j'ai noté (p. 102) que la station du Chêne-Vert était bien peuplée autrefois et a été désertée à la suite d'un changement survenu dans le régime des courants. Dans cette région terminale de la Rance les niveaux bas ne sont pas représentés. Il n'est pas dit que s'il y existait une station comparable à Port-Saint-Jean (roche déblayée jusqu'au zéro par la force des courants) on ne pourrait y retrouver une quantité d'espèces supportant les plus fortes dessalures. L'exemple le plus typique d'espèces pouvant ainsi se retrouver à la faveur de circonstances particulières, est constitué par le *Balanus balanoides*, organisme considéré par Darwin, puis par Prenant et Teissier, comme très sensible à la dessalure, et qui, à condition de recevoir un courant suffisamment intense, se trouve dans la Rance jusqu'à Rochefort où il supporte une eau dont la salinité s'abaisse jusqu'à 0 gr. 4 pour mille, c'est-à-dire une eau presque douce.

Les organismes vivant au-dessous du niveau des plus basses mers, où le milieu est généralement très uniforme, se montrent, eux aussi, capables de supporter certaines variations de la salinité, puisque les dragages effectués en Rance, à Saint-Suliac et Port-Saint-Jean, m'ont procuré un assez grand nombre d'espèces (p. 103).

b) *Etude négative de la limitation de l'extension des formes marines dans les eaux à salinité très variable*

En dépit de l'euryhalinité assez grande que j'ai mise en évidence chez nombre de formes marines, il subsiste, en gros, le fait que la faune des berges de la Rance subit un appauvrissement de l'aval vers l'amont et que les variations de la salinité y ont certainement un rôle. Préciser ce rôle est très difficile, car une conclusion basée sur une constatation négative est toujours dangereuse. Au cours de l'étude de quelques stations de la Rance, j'ai donné une brève liste des formes que je me serais attendu à trouver dans ces stations si la salure y avait été normale, et qui y faisaient défaut. C'est ici le lieu d'étudier leurs cas de plus près.

Un des cas qui entraînent le mieux la conviction, est celui du Tunicier *Polysyncraton Lacazei*, qui manque à partir de Saint-Suliac. Il existe à Saint-Suliac en été, lorsque la salinité est normale, et y manque en avril lorsque la salinité est basse, et alors qu'à la même époque on le trouve bien développé à l'entrée de la Rance (La Briantais). Ce ne sont pas les très faibles écarts de température se manifestant entre Saint-Suliac et le littoral, qui peuvent être mis en cause. Pour le *Morchellium argus*, que je n'ai jamais trouvé à Saint-Suliac, même en été, les choses sont moins claires, car cette espèce n'est pas assez constamment abondante dans la région pour que le facteur « hasard » ne puisse intervenir.

Est-ce la dessalure qui exclut de Port-Saint-Jean diverses espèces, en dépit de conditions de substratum et de courant favorables en apparence (voir leur liste, p. 95) ? Elle ne représente pas la seule modification de l'eau : celle-ci est très trouble (1). En ce qui concerne l'organisme le plus intéressant de tous par le rôle de premier plan qu'il joue dans la bionomie de la Rance, le *Dendrodoa grossularia*, il faut rappeler que DE BEAUCHAMP a montré que le sable lui est très, nocif : il faut donc être très prudent au sujet des causes de son absence, surtout au point B (fig. 5 p. 80), où la grève est sableuse. Cependant au point A, c'est la vase qui est en cause. Faut-il admettre l'action nocive de la vase sur les *Dendrodoa* et d'autres Tuniciers ? Ou accuser la dessalure ? Il est bien difficile de se prononcer. La difficulté est la même en ce qui concerne les *Laminaria, Codium, Lithothamnium, Cypræa, Calliostoma conuloides*, etc... Pour *Ocinebra erinaceus*, il est vraisemblable que c'est bien la dessalure qui agit, car cette espèce ne craint pas le sable ni la vase (je l'ai trouvée à Garo-Le-Grouin, à la base de pierres implantées dans les dépôts sablo-vaseux). *Amphitrite gracilis* de même. Enfin, en ce qui concerne les *Patella depressa* et *major*, il se peut que ces espèces soient défavorisées, non seulement par la dessalure et les matières en suspension, mais aussi par la concurrence des Spongiaires, Cirripèdes, etc., aux niveaux bas, qui présentent ici une population exceptionnellement dense. D'ailleurs, le fait que je les ai considérés longtemps comme manquant à Saint-Suliac, pour les y trouver ensuite en abondance, souligne bien le caractère provisoire de ces résultats négatifs.

L'action de la dessalure est sensiblement plus claire lorsque nous nous adressons au faciès rocheux des niveaux élevés, dans la partie terminale de la Rance. L'absence des *Patella vulgata* en des points où le courant a cependant une force suffisante pour elles (moulin de Bas-Champs ; muraille du moulin de Rochefort aux niveaux bas ; barrage du Chatelier) ne peut être attribuée ni aux matières en suspension, puisqu'elles en supportent des teneurs énormes à Port-Saint-Jean ; ni aux fortes variations du pH, puisqu'elles en supportent de plus fortes encore dans les cuvettes des rochers du littoral ; ni aux variations de température, très légères ; ni aux teneurs d'oxygène dissous, qui sont normales ; ni au pouvoir réducteur élevé de l'eau, qu'elles ne craignent pas (Port-Saint-Jean, cuvettes du littoral, etc.). Parmi les facteurs envisagés dans ce travail, il ne reste que les variations de salinité qui puissent expliquer leur absence. On pourrait recommencer à peu près le même raisonnement pour *Hymeniacidon caruncula, Potamoceros triqueter*, peut-être pour *Halicondria panicea* (qui toutefois atteint rarement des niveaux élevés). *Balanus crenatus*, présent à Mordreux et Rochefort, *Balanus perforatus*, présent à Mordreux et atteignant le moulin de Rochefort pendant l'été seulement, manquent au moulin de Bas-Champs et sous Le Chatelier. On peut admettre qu'en ces deux points, ils sont exclus par le régime particulier de dessalure : on se rappelle que là, contrairement à ce qui se passe à Rochefort, Mordreux, etc., où l'eau est plus souvent assez salée que très dessalée, le régime consiste en une dessalure assez permanente, les salures élevées ne se manifestant que pendant la minorité du temps.

C'est également la dessalure qu'il faut invoquer, me semble-t-il, pour expliquer la raréfaction progressive des *Mercierella enigmatica* et *Balanus improvisus* dans le canal du Chatelier et leur disparition avant l'écluse de Léhon : les variations du pH sont aussi accentuées à l'entrée du canal qu'à son extrémité, les teneurs en oxygène et en matières réductrices dissoutes ne changent pas sensiblement, le trouble de l'eau est le même. Par contre, j'ai montré, après HAMEL, que la salinité s'abaisse progressivement jusqu'à devenir constamment aussi faible que celle de l'eau douce. Il semble donc que ces deux espèces, les plus tolérantes de celles qu'il m'a été donné d'étudier, ne puissent s'accommoder de l'eau véritablement douce.

(1) Je laisse de côté les écarts de températures, que PRUVOT considérait comme l'une des caractéristiques du « facies d'estuaires », et qui ici, sont insignifiants, puisqu'ils ne paraissent pas dépasser 2° (voir p. 85).

Le Problème des faunes saumatres

Existe-t-il véritablement des formes *favorisées* par l'état saumâtre de l'eau ? et même, *cantonnées* exclusivement dans l'eau saumâtre ? Th. Monod (1926) traite de façon excellente ce dernier problème, en disant que la liste des espèces dites saumâtres « risque de comprendre des types qui n'existent dans le domaine saumâtre que parce que leur substratum favori s'y rencontre et est absent des districts marins voisins... Il ne faut donc admettre parmi les espèces « saumâtres » que celles qui ne se rencontrent jamais ni dans l'eau douce, ni dans la mer, *en des faciès identiques*. Un très petit nombre de formes sont dans ce cas ». Et l'auteur prévoit que « des recherches futures réduiront peut-être encore » ce nombre infime. La liste qu'il établit pour la Seulle ne comprend que 12 espèces, dont deux avec doute.

Il s'agit là de formes appartenant pour la plupart à des groupes que j'ai peu étudiés, et je ne suis pas en mesure de dresser une liste analogue pour la Rance. Cependant, on peut déjà abréger de trois formes la liste de Monod : ce sont les Mollusques *Alexia bidentata, Peringia ulvae, Scrobicularia plana*. Pour deux d'entre eux (*Peringia* et *Scrobicularia*), C. Sollaud (1925) a rappelé qu'ils peuvent subir les élévations de salinité des marais salants, et semble admettre d'autre part, que les variations de la salinité ne leur sont pas indispensables. Voici ce que je puis dire des trois espèces en question. Les deux premières ont été signalées par Dautzenberg et Durouchoux dans toutes les anses vaseuses de l'entrée de la Rance à des niveaux élevés (Troquetins, anse Saint-Hélier, etc.), où j'ai toujours trouvé à marée haute une salinité invariable, identique à celle de la mer (1). Pour *Scrobicularia plana*, Monod met un point d'interrogation, et en fait, ce Mollusque se rencontre dans notre région aux Bas-Sablons, à Dinard, aux Fours à Chaux, etc... (Joubin ; Dautzenberg et Durouchoux ; et moi-même), et j'ai pu constater que dans ces anses, il n'existe pas la moindre dessalure (mais il existe le substratum favori de l'espèce, la vase). Je signale qu'il en est de même de *Mya truncata*, que j'ai souvent entendu citer comme une espèce spéciale aux eaux saumâtres.

Une autre forme, connue depuis peu, passait pour uniquement saumâtre : c'est la *Mercierella enigmatica*. Dans le canal de Caen, dans les docks de Londres, dans la rivière de Gandia (Espagne), dans la Rance canalisée, dans un estuaire de Tunisie, partout elle a été trouvée dans l'eau saumâtre. Or, je l'ai trouvée en abondance dans les bassins à flot de Saint-Malo et Saint-Servan où l'eau ne subit nulle dessalure. On voit que toutes mes données viennent à l'appui des conclusions de Monod.

Je suis persuadé que les spécialistes qui auront l'occasion de séjourner au laboratoire de Saint-Servan, et qui étudieront avec soin les anses de l'entrée de la Rance, les bassins à flot, etc., feront de nombreuses trouvailles aboutissant aux mêmes conclusions. Car les « substratum d'estuaire » abondent, sous l'eau purement marine de l'entrée de la Rance.

Demandons-nous maintenant s'il existe des formes qui, sans être confinées dans les eaux saumâtres, sont *favorisées* par un mélange d'eau de mer et d'eau douce. Diverses espèces atteignent leur développement maximum dans les estuaires : le fait a déjà été reconnu (de Beauchamp, Prenant et Teissier) pour *Bowerbankia imbricata, Alcyonidium polyoum, Obelaria gelatinosa* ; et, pour cette dernière espèce en particulier, Prenant et Teissier attribuent sa prospérité à la dessalure. Mais, pour ces diverses espèces, l'influence des matières organiques peut agir autant ou davantage que la dessalure.

---

(1) *Peringia ulvae*, d'après les mêmes auteurs, pullule aussi dans le bassin de Saint-Malo, et, là encore, j'ai toujours trouvé une salinité absolument normale (voir p. 123).

Dans la Rance, j'ai mis en évidence le développement anormal de certaines espèces en des points où la salinité est variable (*Hymeniacidon* et *Halicondria*, à Port-Saint-Jean, *Mercierella enigmatica* et *Balanus improvisus* au Chatelier). Pour elles aussi, il faut faire entrer en ligne de compte les matières organiques. Je renvoie donc, pour l'étude de ces problèmes, soit au Chapitre VIII, soit à la 4e partie (renseignements par espèce).

Remarque

Espèces euryhalines, sténohalines

Nous venons de voir qu'un grand nombre d'espèces, les unes passant pour sténohalines les autres n'ayant fait l'objet d'aucune affirmation particulière, devaient être considérées comme euryhalines. Il est vraisemblable que la liste des espèces euryhalines est destinée à s'accroître démesurément. Par contre, il est très difficile d'affirmer qu'une espèce est sténohaline, car on ne peut être certain qu'elle ne sera jamais rencontrée dans un milieu à salinité variable. Pour l'étude de cette question, la méthode expérimentale, appliquée dans des conditions qu'il est très difficile de rendre identiques à celles d'un milieu naturel, peut conduire à des erreurs et ne vaut pas l'observation de faits se présentant dans la nature.

CHAPITRE VII

Influence de l'oxygène

Etat de la question

J'ai toujours entendu admettre l'influence de l'oxygène de l'eau de mer sur la répartition des organismes littoraux. Voici les croyances les plus courantes à ce point de vue.

1° L'eau agitée par des vagues est plus riche en oxygène que l'eau calme. Cette teneur élevée faciliterait la respiration des organismes.

2° Les eaux de la côte, des ports, des estuaires, sont moins riches en oxygène que l'eau du large, parce qu'elles sont plus riches en matières organiques. Teneur en oxygène et teneur en matière organiques sont qualités antagonistes. Une eau « pure » favorise beaucoup d'organismes.

3° Les vagues, renouvelant l'eau au contact des organismes, évitent à ceux-ci d'épuiser la provision d'oxygène qui les entoure.

Les quelques phrases, concernant l'oxygène, que l'on trouve dans les ouvrages de bionomie marine, sont généralement en accord avec ces opinions courantes. De Beauchamp, p. 53, admet que « le ressac aère l'eau, facteur certainement important ». P. 252, cet auteur, cherchant à expliquer la richesse faunistique particulière de la région de Roscoff et surtout des roches Duon, écueils avancés dans la baie de Morlaix, invoque « l'oxygénation intense », parmi les facteurs favorisants. Prenant et Teissier notent que « l'agitation de l'eau, qui influe essentiellement, pensons-nous, par un renouvellement de l'eau aérée, est très favorable aux *Chthamalus stellatus*, *Balanus balanoides* et *perforatus*... » Sollaud (1925) admet que les eaux des estuaires doivent être « moins bien aérées que celles de la côte où s'exerce le ressac ».

Recherches personnelles

Je rappelle d'abord qu'on peut considérer comme établi (p. 18), et déjà par des recherches effectuées antérieurement aux miennes par des océanographes, qu'il est inexact que l'agitation de l'eau modifie la teneur en oxygène. Les biologistes doivent se débarrasser de cette idée.

D'autre part, s'il est exact qu'il existe un certain balancement entre la teneur de l'eau en oxygène et sa teneur en matières organiques, balancement que j'ai mis directement en évidence (p. 32), il faut préciser que cette notion ne s'applique qu'à l'eau du large ou à l' « eau littorale normale ». Il ne s'ensuit pas que l'eau des estuaires, des bassins, riche en matières organiques, soit pauvre en oxygène. Toutes les mesures que j'ai effectuées, dans la Rance jusqu'à Dinan, dans les bassins à flot de Saint-Malo et Saint-Servan, dans les réservoirs des moulins à marées, montrent des teneurs égales ou même légèrement supérieures à celles de l'eau de mer normale, « pure ».

Par contre, le renouvellement de la provision d'oxygène par renouvellement de l'eau (vagues, courants), est certainement à prendre en considération. Il faut cependant faire une remarque. Lorsque les mouvements de l'eau sont faibles, les Fucacées apparaissent, qui enrichissent l'eau en oxygène (pendant le jour ; la nuit, il y a au contraire un appauvrissement, mais très faible. Voir les chiffres que j'ai données, p. 40 et p. 41). Dans ces conditions, les mouvements de l'eau

seraient nocifs, entraînant l'oxygène loin des berges. Je ne voudrais trop m'engager dans ces considérations, car sous un manteau d'algues le milieu subit d'autres modifications, en même temps que celle qui a trait à l'oxygène. Mais, une fois franchie la limite d'agitation de l'eau qui suffit à supprimer les Fucacées, il n'est pas discutable que les mouvements de l'eau renouvellent l'approvisionnement des organismes en oxygène, et que cette influence est vraisemblablement favorisante. Peut-être l'absence de ce renouvellement contribue-t-elle à écarter certaines formes des bassins à flots (*Patella vulgata* ? que je n'y ai jamais trouvé, bien qu'il puisse supporter l'immersion permanente comme le montre l'étude des cuvettes des rochers, p. 42 ; *Gibbula umbilicalis*, *Littorina littorea*, seraient peut-être dans le même cas ?) En effet, ici, il n'y a pas de Fucacées assurant le renouvellement de l'oxygène ; et, s'il est vrai que j'ai toujours trouvé des teneurs en oxygène parfaitement normales dans les bassins à flot (p. 125), je dois dire cependant que les prélèvements des échantillons ont été faits à quelques centimètres des parois, et non dans l'intimité même de leur population, où il n'est pas impossible qu'il existe un appauvrissement en oxygène que la diffusion serait trop lente à compenser.

J'ai montré que la teneur de l'eau en oxygène dissous, subissait des variations accentuées dans les herbiers (p. 50), et des variations extrêmes dans les cuvettes des rochers (p. 42). Ces phénomènes ont-ils une influence sur les organismes ? Les variations des herbiers ne sont certainement nocives à aucun des éléments de leur faune, très riche. Ne contribueraient-elles pas, bien au contraire, à expliquer cette richesse même ? L'augmentation diurne, beaucoup plus forte que la diminution nocturne, pourrait favoriser la respiration. La réponse est difficile à donner, car plusieurs facteurs varient à la fois dans les herbiers : l'oxygène, le pH, le pouvoir réducteur... Pour une bonne partie des éléments de la faune (ceux qui se retrouvent très bien développés ailleurs que dans des herbiers, à Port-Saint-Jean, dans les bassins à flot, dans les moulins à marées), je montrerai (p. 188), que c'est avant tout le pouvoir réducteur élevé de l'eau de mer qui détermine leur présence. Pour les autres je supposerai, par analogie, que c'est le même facteur qui agit, mais sans écarter aucunement l'hypothèse d'une influence favorable de l'oxygène (et des variations du pH). Dans les cuvettes des rochers, la faune est assez pauvre, et il ne peut être question, semble-t-il, d'un effet bienfaisant des variations de l'oxygène : au contraire, il faut souligner la *grande résistance des éléments de la faune des cuvettes aux variations de l'oxygène*, qui peut passer de 26 mg. le jour (au lieu de 10 dans la mer), à 5 mg. 8 la nuit, teneur qui, sans être asphyxique, marque un appauvrissement considérable. Si l'on songe à la très grande constance de la teneur en oxygène dont disposent tous les animaux marins non fixés, la plupart des animaux fixés, et tous les êtres terrestres, il n'est pas moins intéressant de souligner la résistance de certains êtres à des variations énormes de la teneur en oxygène, qu'il ne l'est de parler des êtres « euryhalins » ou « euryioniques ». C'est pourquoi, dans la 4e partie où, à la suite de chaque nom d'espèce, j'indique les variations de salinité et de pH qu'elle supporte, j'ai cru devoir y joindre, le cas échéant, les variations de la teneur en oxygène dissous.

CHAPITRE VIII

Influence des substances réductrices dissoutes et des matières organiques en suspension

§ I^er^. — Historique

De Beauchamp (1914) dit que « la teneur en matières organiques... nécessiterait, plus encore que la concentration, une série de mesures précises avant qu'on en pût parler congrument » (p. 50). L'auteur nous donne pourtant son opinion sur la question, et, en dépit de ses réserves et de sa modestie, les conclusions auxquelles il aboutit sont généralement justes, ainsi que j'espère pouvoir le montrer. Il note que les matières organiques sont nécessaires à la nutrition et au développement des végétaux, qui serviront à leur tour d'aliment au reste : pour ces végétaux, la teneur courante de l'eau de mer normale doit suffire amplement. L'excès des matières organiques semble interdire le développement de la plupart des organismes (vases des fonds de ports) ; mais, là où elles ne se trouvent qu'en quantité modérée, elles ne font que favoriser les êtres. Ainsi on peut admettre (p. 247) l' « influence du voisinage des herbiers et de la richesse des eaux qui les baignent en matériaux nutritifs sur le développement des Ascidies et de beaucoup de formes associées » ; de même, l'auteur admet (p. 250) que les apports des rivières « ont une influence directe, par les principes nutritifs qu'ils renferment en dissolution ou en suspension », et expliquent « l'abondance des Hydraires et Bryozaires épiphytes qui hantent à la fois les Fucus de la Penzé et ceux de la plage de Penpoull et manquent en beaucoup de points tout aussi abrités, mais non engraissés ». Enfin, p. 252, il pense que l'abondance des Ascidies à Duon serait favorisée, non seulement par l'oxygénation de l'eau du large, mais aussi par la proximité des baies et du chenal : en ce point la richesse en matières nutritives n'aurait pas tout-à-fait disparu.

Pour Prenant et Teissier (1924), c'est surtout la vase en suspension qui agit sur les Hydraires et Bryozaires (p. 41) : « à l'exception de *Membranipora pilosa*, qui seul fuit nettement la vase et prospère dans les points battus, à l'exception aussi de *Dynamena pumila*, *Aglaophenia pluma*, *Valkeria uva*, *Diastopora patina* et *Lichenopora hispida*, que nous avons trouvés aussi bien en milieu vaseux qu'en eau d'apparence particulièrement pure, les Bryozoaires et les Hydraires sont des animaux qui ont besoin d'abondantes suspensions nutritives ».

Prenant (1927), considérant la richesse de la faune des Ascidies et de certaines Eponges au voisinage des herbiers vaseux et des estuaires (p. 17), attribue de même cette richesse à un « rôle favorisant des matières nutritives en suspension ». D'autres espèces sont considérées par lui comme *indifférentes* à ce point de vue, parmi lesquelles *Halicondria panicea* et *Hymeniacidon caruncula*. Enfin, une ou deux espèces ne prospèrent que dans les eaux limpides.

§ II. — Influence favorisante des matières organiques

Il s'agit, pour moi, de mettre à l'épreuve des faits les hypothèses des auteurs précédents, et d'y ajouter mes propres résultats. Il s'agit notamment de se demander dans quelle mesure participent les *matières organiques en suspension* d'une part, les *matières réductrices dissoutes* d'autre part, à la prospérité de certaines espèces. Problème des plus importants, car il touche à la question de connaître les sources alimentaires des organismes marins : les animaux se nourrissent-ils surtout d'autres animaux ou débris organiques, ou bien, comme le croit Pütter, de substances organiques dissoutes ?

Je vais d'abord traiter, à titre d'exemple, un cas choisi parmi ceux qui m'ont donné les résultats les plus clairs, et concernant deux espèces généralement associées, le Ver *Sabella pavonina* et le Mollusque *Nassa reticulata*. Je dois noter que les auteurs précédents n'ont pas envisagé l'action des substances organiques sur ces espèces. Je traiterai ces deux cas simultanément, car ce que j'ai à dire de l'une se répéterait à peu près exactement pour l'autre. Leur étude nous occupera assez longuement, car je désire y apporter quelque rigueur.

Cas de Sabella pavonina et de Nassa reticulata

Les points où ces espèces sont abondantes, dans la région de Saint-Malo, sont : les dépôts sablo-vaseux, et notamment ceux qui sont couverts d'herbiers ; les niveaux bas à Port-Saint-Jean, où leur surabondance est tellement frappante que j'ai cru devoir la noter (p. 90) ; la fosse de Port-Saint-Jean, où ils surchargent la drague qu'on y traine ; la chambre de la turbine du moulin de La Richardais ; le bassin à flot de Saint-Servan.

Quels sont les facteurs qui commandent cette répartition ? Envisageons successivement l'influence possible de chacun d'eux.

Substratum. — Ces deux espèces sont connues comme habitant les dépôts meubles, et l'on pourrait supposer que leur existence est conditionnée par la présence de sable vaseux, où la première implante son tube, et où la seconde peut s'enfouir. Cette circonstance est certainement favorable, mais non nécessaire. En effet, dans la chambre de la turbine du moulin de La Richardais, les Nasses peuplent les dalles du seuil de sortie, exemptes de tout dépôt meuble, et les tubes des Sabelles sont insérés, parmi d'autres espèces, sur les tiges de fer de la machinerie ; dans le bassin à flot de Saint-Servan, les Sabelles se trouvent sur la maçonnerie verticale (ici les Nasses habitent le sol vaseux) ; à Port-Saint-Jean, on trouve dans la région B (voir le plan p. 80) de nombreuses Sabelles insérées dans des anfractuosités rocheuses à peu près entièrement dépourvues de dépôts meubles ; près de l'herbier de la Briantais, les Nasses rampent en grand nombre sur les hautes parois rocheuses.

Humidité. — Si le substratum vaseux ne suffit pas à expliquer la répartition de ces deux espèces, ne peut-on l'expliquer par leurs exigences d'humidité ? Ces exigences sont assez grandes, puisqu'on ne les rencontre qu'aux niveaux bas. Le substratum meuble entretient évidemment l'humidité ; quand on les rencontre en dehors de ce substratum, c'est également dans de bonnes conditions d'humidité : dans les bassins à flot et la fosse de Port-Saint-Jean, évidemment, et aussi dans la chambre de la turbine du moulin de La Richardais, où l'évaporation est très réduite et où l'humidité est entretenue par l'eau s'écoulant lentement pendant la marée basse ; cependant, les Sabelles fixées dans les anfractuosités des rives rocheuses à Port-Saint-Jean sont bien exposées à la dessication ; d'autre part, comment expliquer que les deux espèces considérées soient plus abondantes dans les herbiers ou à leur voisinage, que, au même niveau (donc au même régime d'humidité), loin des herbiers ? Est-ce parce que les herbiers ne s'implantent que dans des régions parti-

culièrement calmes et qu'en dehors de ces régions, les espèces ne pourraient supporter les mouvements plus accusés de l'eau dont témoigne la composition plus sableuse du sol ? Y aurait-il ainsi combinaison des deux facteurs humidité et calme ?

Calme. — Puisque les Nasses habitent le seuil horizontal de la sortie de la turbine du moulin de La Richardais, et que ce seuil est net de tout dépôt, c'est qu'elles peuvent supporter des mouvements de l'eau plus prononcés que ceux qui peuvent exister sur n'importe quel dépôt meuble : il est d'ailleurs facile de constater directement la grande vitesse de l'eau en ce point. Quant aux Sabelles, à Port-Saint-Jean (en B), elles supportent aussi des courants très prononcés et qui maintiennent la roche à nu.

Température, salinité, concentration en ions hydrogène, teneur en oxygène. — Par l'étude des variations de ces facteurs, on ne peut établir la moindre correspondance indiquant une influence quelconque sur les organismes cités. Par exemple, les variations du pH et de la teneur en oxygène, très prononcées dans les herbiers, sont à peu près nulles à Port-Saint-Jean, dans les moulins à marées, etc.

Matières en suspension. — Dans les herbiers, l'eau est très trouble (en été, 200 milligr. de cendres par litre), et plus encore à Port-Saint-Jean (2 gr. de cendres par litre), et dans les deux cas, les matières en suspension sont formées surtout de vase, renfermant vraisemblement une bonne proportion de particules organiques. Mais, à la turbine de La Richardais, l'eau est normalement limpide (voir les chiffres donnés p. 117). Enfin, dans les bassins a flot, l'eau est également assez limpide (p. 125). La matière organique en suspension est donc peut-être un facteur favorisant, mais non essentiel.

Pouvoir réducteur de l'eau de mer. — Cette fois, le parallélisme est très satisfaisant. Le pouvoir réducteur,qui, dans l'eau normale, se tient le plus souvent aux environs de 11 ou 12, s'élève très fréquemment dans les bassins à flot, souvent jusqu'à 16, parfois jusqu'à 17 ou 18. Au Moulin de La Richardais, de même, où il peut s'élever jusqu'à 20 ; dans les herbiers et à leur voisinage, l'élévation est assez modérée (17 au maximum), mais très constante. Enfin à Port-Saint-Jean, où ces deux espèces présentent leur plus grande prospérité, le pouvoir réducteur est toujours très élevé aux niveaux bas, même pendant la marée haute, et atteint facilement 20 et davantage. Je suis tenté de croire que le parallélisme ainsi mis en évidence, implique une relation de cause à effet. Quel est le sens de cette relation ? La richesse de l'eau en matières réductrices dissoutes, est-elle la cause de la prospérité des animaux cités, ou bien sa conséquence ? La question peut se poser, car, en tous les points étudiés, la faune est très riche et ses excreta diffusent forcément dans l'eau ambiante. Mais j'ai montré, page 87, que l'eau de Port-Saint-Jean, riche en matières réductrices, l'est dès son arrivée, alors que, provenant de la vaste région presqu'azoique, mais riche en vase, qui s'étend en amont, elle aborde le flanc sud de la pointe de Port-Saint-Jean ou bien encore se présente à l'entrée du défilé. De même, au moulin de La Richardais, l'enrichissement en matières réductrices s'effectue dans le réservoir, à demi comblé par la vase, mais très pauvre en animaux, avant que l'eau parvienne à la chambre de la turbine.

La richesse en matières réductrices dissoutes n'entraîne pas obligatoirement la présence des Nasses et Sabelles : ces espèces manquent dans les cuvettes des rochers, où le pouvoir réducteur s'élève considérablement pendant la marée basse. Peut-être en sont-elles chassées par les mouvements de l'eau, évidemment plus violents ici qu'à Port-Saint-Jean ou sous la turbine ; peut-être aussi sont-elles défavorisées par les variations énormes du pH. En tous cas, cette absence dans un domaine particulier ne modifie pas les résultats précédemment établis ;

La richesse de l'eau en matières organiques dissoutes semble agir au premier chef sur la répartition des Sabelles et des Nasses.

Cas de Ascidiella aspersa

Il est tout à fait comparable au précédent. L'espèce prospère dans les mêmes stations : herbiers et leur voisinage, moulins à marées, Port-Saint-Jean, fosse de Port-Saint-Jean (var. *Cristata*), et surtout bassin à flot de Saint-Malo et Saint-Servan, ou la var. *Cristata*, de très grande taille, est l'une des formes les plus abondantes sur les maçonneries verticales. Je crois donc pouvoir admettre que les matières réductrices dissoutes favorisent beaucoup cette espèce.

Cas de Hymeniacidon caruncula et Halicondria panicea

Ces espèces se trouvent un peu partout, et même sur les côtes battues, où elles se réfugient plus ou moins dans les fentes. Mais elles ne prospèrent véritablement qu'en certaines stations privilégiées, qui sont les suivantes : grottes, pierres situées au voisinage des herbiers, stations demi-balayées de la Rance, et surtout Port-Saint-Jean (zone littorale et fosse) où leur développement est magnifique, couloirs de sortie des moulins à marées. Quels sont les facteurs qui commandent leur répartition et leur prospérité ? Ici, le substratum n'est évidemment pas en cause, et la température, la salinité, le pH, la teneur en oxygène dissous, ne sont pas davantage à considérer que dans le cas précédent. Les vagues et les courants trop violents leur sont certainement contraires, mais des courants modérés leur sont nettement favorables : à Saint-Suliac, à Port-Saint-Jean, j'ai montré qu'elles se montrent de plus en plus prospères lorsqu'on va vers les pointes rocheuses les mieux balayées par les courants. Nous reviendrons tout à l'heure sur le mécanisme probable de cette action favorisante. Elle n'est pas suffisante pour expliquer le développement particulier de ces espèces au voisinage des herbiers ou à Port-Saint-Jean. L'influence favorisante de l'humidité est indiscutable. Mais elle appelle les mêmes remarques que dans le cas précédent. Restent à envisager l'influence des particules en suspension et celle des substances réductrices dissoutes. Comme dans le cas précédent, l'abondance de ces espèces à la sortie des moulins à marées m'autorise à conclure que, si les matières organiques en suspension ont une influence favorable, cette action n'est pas la principale, et que l'influence la plus nette, la moins discutable, est celle des matières réductrices dissoutes. Les espèces considérées ne sont pas très exigeantes à ce point de vue, puisqu'elles peuvent prospérer dans des grottes baignées par une eau de mer peu réductrice. Mais nulle part elles ne sont aussi prospères qu'en des points riches en matières réductrices dissoutes, les herbiers, mieux les moulins à marées, et surtout Port-Saint-Jean, où leur prospérité est d'un tout autre ordre que celle qu'on connaît dans les grottes. Il est vrai qu'on pourrait imaginer que ce sont les variations accentuées de la salinité qui les favorisent à Port Saint-Jean. Mais ces espèces prospèrent davantage dans la fosse de Port-Saint-Jean, où les variations de salinité sont faibles, mais le pouvoir réducteur constamment très élevé, que dans la zone intercotidale (1), où les variations de salinité sont très fortes, mais le pouvoir réducteur moins constamment élevé.

Peut-être l'action favorisante des courants, que j'ai signalée ci-dessus, sera mène-t-elle à la précédente, le courant renouvelant perpétuellement l'eau dans laquelle les éponges puisent les matières réductrices. Elles sont beaucoup plus résistantes à l'action mécanique de l'eau en mouvement, que les Sabelles et Nasses, et c'est peut-être la raison pour laquelle une action favorisante des courants modérés n'était pas aussi évidente en ce qui concerne ces dernières espèces.

(1) Même aux niveaux les plus bas où l'émersion est trop exceptionnelle pour pouvoir entrer sérieusement en ligne de compte.

Les *Halicondria* et *Hymeniacidon* semblent faire défaut dans les bassins à flot. Ce fait négatif, dont j'ignore la raison, n'autorise nullement à nier l'action favorisante des matières réductrices dissoutes.

La faune des herbiers et des pierres situées au voisinage des herbiers

De Beauchamp a admis que les matières organiques favorisaient la richesse de la faune (en Ascidies au moins) au voisinage des herbiers. La question peut se poser d'ailleurs pour d'autres formes : pour tous les Anthozoaires, Spongiaires, Tuniciers, qui existent en abondance à La Briantais et à Saint-Suliac par exemple, et aussi pour des Bryozoaires *(Bugula, Lepralia pallasiana)*, des Nudibranches *(Eolis papillosa, Polycera quadrilineata)*, le *Chlamys varia, Anomia, Chiton*, etc. Pour trois des espèces qui font partie de cette faune *(Halicondria, Hymeniacidon, Ascidiella)*, j'ai cru pouvoir donner ci-dessus une réponse affirmative. Pour les autres, les choses ne sont pas aussi claires. Leur abondance au voisinage des herbiers constitue à elle seule une forte présomption en faveur de l'influence des matières organiques, dissoutes ou suspendues, dont l'action se comprendrait beaucoup plus aisément que celle d'autres particularités des herbiers, telles que les variations du pH ou de la teneur en oxygène. Mais il faut évidemment d'autres arguments. On peut en trouver pour un certain nombre de formes. C'est le cas de presque tous les Anthozoaires, qui se retrouvent avec une grande abondance et une belle taille à Port-Saint-Jean, où les herbiers font défaut, mais où les matières organiques sont quand même très abondantes. On peut faire la même remarque pour les *Lepralia*, les *Eolis*, les *Anomia*, les *Chiton*, et quelques Tuniciers, *Molgula, Circinalium*, et surtout *Clavelina lepadiformis*. L'absence des autres formes à Port-Saint-Jean ne constitue pas un argument contre l'hypothèse d'une influence favorisante des matières organiques, car elle peut très bien s'expliquer par les profondes modifications que l'eau subit à Port-Saint-Jean, surtout dans sa salinité. Les *Lepralia* et les *Chiton* se retrouvent, non seulement à Port-Saint-Jean, mais aussi dans les bassins à flot où ils sont extrêmement abondants. Ils y sont accompagnés par les *Bugula* et les *Chlamys*.

Pour les autres espèces, le manque d'arguments suffisants impose des réserves sur l'influence, très vraisemblable, des matières organiques de l'eau de mer. Il faut aussi tenir compte du fait que la faune des grottes ressemble beaucoup à celle des herbiers, même en l'absence d'une eau particulièrement réductrice ou trouble. Mais, là encore, nous nous demanderons (p. 189), à titre purement hypothétique il est vrai, s'il ne faut pas faire intervenir l'approvisionnement en substances réductrices dissoutes par les mouvements de l'eau.

Anemonia sulcata et Aiptasia Couchi

Ces deux espèces font partie de la faune des Anthozoaires dans les herbiers et à Port-Saint-Jean, et les lignes précédentes leur sont applicables. Mais, à leur sujet, une remarque doit être ajoutée. Elles comptent parmi les organismes affectionnant les cuvettes des rochers, où elles acquièrent un très beau développement. On pourrait penser que c'est essentiellement l'humidité persistante de ce milieu qui les favorise, peut-être aussi les variations accentuées du pH et de l'oxygène ; et en effet, c'est évidemment l'eau des cuvettes qui permet à ces espèces de remonter jusqu'à des niveaux élevés. Mais, aux niveaux bas, nous allons voir qu'il faut faire entrer en ligne de compte, comme un facteur d'importance égale, sinon supérieure, la richesse de l'eau des cuvettes en substances réductrices dissoutes (voir les chiffres donnés p. 42). En effet, aux niveaux bas, ces espèces peuvent parfaitement vivre à sec dans certaines conditions. A Port-Saint-Jean, où l'eau est très réductrice (et où le pH et l'oxygène varient très peu), on les rencontre à même sur la grève et sur les pierres, et elles y acquièrent, surtout l'*Anemonia sulcata*, un développement comparable à celui qu'elles présentent dans les cuvettes du littoral ou de Cancaval.

Si, en général, on ne les rencontre guère hors des cuvettes, même là où les mouvements de l'eau ne sauraient les arracher (anfractuosités des rochers de Cancaval), cela tiendrait donc surtout à la pauvreté de l'eau en matières réductrices. Ici le pouvoir favorisant appartiendrait évidemment aux matières réductrices dissoutes, plutôt qu'aux matières en suspension, puisque l'eau des cuvettes est très claire.

Bowerbankia imbricata

Cette espèce figure parmi les Bryozoaires de la Penzé que DE BEAUCHAMP admet être favorisés par les matières organiques dissoutes ou suspendues, PRENANT et TEISSIER par les matières organiques en suspension. Elle est de même extrêmement bien développée à Port-Saint-Jean, où l'eau est très trouble et très réductrice. Sa grande abondance sur tiges de fer de la machinerie du moulin de La Richardais, qui sont baignées par une eau réductrice mais claire, prouve que les substances organiques dissoutes suffisent à la faire prospérer. L'action des particules suspendues reste à prouver. Puisqu'au moulin de La Richardais les variations de la salinité sont insignifiantes, on ne peut attribuer un rôle favorisant à la dessalure qui s'observe dans les estuaires où cette espèce prospère généralement.

Potamoceros triqueter

Cet organisme, très fréquent à la face inférieure des pierres, se développe surtout sous celles qui plongent dans la vase ou dans les dépressions de la vase retenant l'eau à marée basse, et, dans ces deux cas, il dispose d'abondantes substances réductrices (voir les chiffres donnés p. 53) ; il est également très abondant dans les bassins à flot, en tous les points des moulins à marées (La Richardais), et à Port-Saint-Jean où on le trouve même à la face supérieure des pierres. En ces deux dernières localités, il atteint des dimensions remarquables. L'action favorisante des matières réductrices dissoutes est à peu près évidente en ce qui le concerne.

Balanus improvisus et Mercierella enigmatica

On connaît la répartition de ces deux espèces : canal de Dinan au Chatelier ; développement maximum, au-dessus de l'écluse du Chatelier pour *Mercierella* (p. 112), au-dessous de cette écluse pour *Balanus improvisus* (p. 101) ; Mordreux et La Moignerie ; abondants à Port-Saint-Jean ; *Mercierella* abondante dans les bassins à flot. D'après cette répartition, il me paraît évident que ces deux espèces sont favorisées par les substances réductrices dissoutes. Leur abondance à Port-Saint-Jean, où on les trouve même à la face supérieure des pierres, montre que l'immersion permanente ne leur est pas indispensable. La répartition de ces espèces est plus étendue que celles que j'ai étudiées jusqu'ici, parce que leur remarquable euryhalinité et le fait que les courants ne leur sont pas nécessaires, leur permettent de s'établir à l'extrémité de la Rance et dans le canal, régions où le pouvoir réducteur de l'eau, plus élevé que nulle part ailleurs (voir p. 112), permet leur magnifique développement, amenant les *Mercierella* à former une croûte épaisse sur tous les objets, et les *Balanus improvisus* à confluer et à prendre une forme en cornet, comme font les Chthamales sur les côtes battues. Si l'on voit ces espèces diminuer en allant du Chatelier vers Dinan, bien que le pouvoir réducteur de l'eau ne diminue nullement, c'est parce que la salinité arrive à s'annuler, ainsi que je l'ai dit page 179. *Balanus improvisus* paraît manquer dans les bassins à flot, ou au moins y être très peu abondant. Ce fait, que je ne suis pas en mesure d'expliquer, ne peut venir à l'encontre de l'hypothèse d'une action favorisante des substances réductrices dissoutes.

CONSIDÉRATIONS SUR QUELQUES AUTRES ESPÈCES

Dans un certain nombre d'autres cas, une action favorisante des substances réductrices dissoutes peut être admise avec plus ou moins de certitude. On trouvera des renseignements à ce sujet dans la 4e partie, à propos de chacune des espèces nommées. Mais je voudrais parler encore

ici de quelques organismes, les *Balanus perforatus*, *Mytilus edulis*, *Chthamalus stellatus* et *Balanus balanoides*, et formuler à leur sujet des considérations ayant un caractère théorique.

Toutes les espèces que je viens de citer présentent, en commun, cette particularité, que leur taille maxima est atteinte dans des milieux riches en matières réductrices : les bassins à flot et les réservoirs des moulins à marées pour *Mytilus edulis* : Port-Saint-Jean et les réservoirs des moulins à marées pour *Balanus perforatus* ; Port-Sain-Jean, les réservoirs des moulins à marées, le couloir de Rochefort, pour *Balanus balanoides* ; quant à *Chthamalus stellatus*, PRENANT et TEISSIER ont déjà noté que dans les estuaires les individus sont de très grande taille, et je l'ai vérifié à Rochefort (à Port-Saint-Jean il n'en est pas de même, mais on ne trouve de Chthamales qu'aux niveaux élevés où l'eau est moins réductrice).

Je suis donc tenté de croire à une influence favorisante des matières organiques sur ces espèces. Mais dès lors, je pose, à titre de pure hypothèse, la question suivante :

Ces espèces sont celles mêmes qui, supportant sans dommage le choc des vagues ou les courants violents, subsistent et prospèrent au maximum sur les parois rocheuses battues ou balayées, dont elles constituent l'essentiel du peuplement. J'ai admis, après d'autres auteurs, qu'elles peuvent y être favorisées par le fait que les mouvements de l'eau leur apportent une provision d'oxygène sans cesse renouvelée. Or, il est évident que les mouvements de l'eau leur apportent aussi une provision inépuisable de matières réductrices dissoutes. Si l'on admet, d'abord, que ces substances peuvent servir d'aliment, et ensuite, que leur absorption peut se faire, non seulement par le tube digestif, (1), mais aussi par le tégument et les branchies (ce qui a été prouvé pour beaucoup d'espèces : voir la bibliographie de cette question dans RANSON), il est certain que l'eau renouvelée a autant de raison d'agir par les matières réductrices que par l'oxygène.

En admettant cette action sur les *Mytilus*, on expliquerait le fait, souvent qualifié de paradoxal, que « très abondantes sur les récifs isolés et les pointes les plus saillantes de la côte ouverte, elles ne le sont pas moins dans les ports, les estuaires, les endroits vaseux à l'eau saumâtre et souillée, tandis qu'elles manquent à peu près totalement entre les deux sur le littoral simplement abrité. On n'a pas encore fourni d'explication satisfaisante de ce problème, qui ne pourra être résolu que par une étude minutieuse et expérimentale des conditions physiques dans les différents points » (DE BEAUCHAMP, p. 153). L'auteur que je viens de citer met en garde contre le fait que « les caractères morphologiques peuvent être assez différents dans les deux cas. » Dans le domaine que j'étudie il n'en est pas ainsi, car les Moules des rochers battus et les Moules des localités vaseuses appartiennent les unes comme les autres, à la variété *galloprovincialis* Lamk. (voir DAUTZENBERG et DUROUCHOUX) : je l'ai vérifié dans toutes mes récoltes. Dans mon hypothèse, l'absence (on pourrait plutôt dire la moindre fréquence) des Moules entre ces deux genres de stations, indiquerait que, lorsqu'on sort des localités très riches en matières réductrices dissoutes, la nutrition devient insuffisante pour l'espèce, à moins qu'un renouvellement très actif de l'eau ne vienne suppléer à la faiblesse du pouvoir réducteur.

La question est sensiblement la même pour *Balanus perforatus*, avec cette différence qu'à cette espèce les mouvements de l'eau sont, non seulement utiles au point de vue nutritif, mais nécessaires à un autre point de vue (probablement pression normale ou tangentielle, d'après DE BEAUCHAMP), de sorte que sa répartition n'est pas identique à celle des Moules : on ne la trouve pas dans les bassins à flot, et, dans les estuaires, elle n'est présente qu'aux points quelque peu « balayés ».

(1) Le contenu du tube digestif ne doit pas se renouveler beaucoup mieux dans une eau en mouvement que dans une eau immobile.

Enfin, pour *Balanus balanoides* et pour *Chthamalus stellatus* ; il en est à peu près comme pour *Balanus perforatus*. Mais on remarquera que ces deux espèces sont notablement moins abondantes que les précédentes, dans les milieux réducteurs. On peut seulement dire qu'elles y atteignent une taille particulièrement grande.

Dans le même ordre d'idées, si l'on ne craint pas des considérations de plus en plus hypothétiques, on peut se demander si le renouvellement des substances réductrices par les mouvements de l'eau, n'intervient pas pour favoriser la présence de diverses espèces dans les grottes des côtes battues (Spongiaires, Tuniciers...). L'humidité de l'atmosphère est évidemment un des facteurs qui les favorisent, au moins en leur permettant de se trouver jusque dans des grottes situées à des niveaux élevés. Aux niveaux bas, cette protection contre la dessiccation ne leur est pas indispensable, puisque nous avons vu que, dans la Rance, de nombreux éléments de la faune des grottes existent à découvert, là où l'eau a un pouvoir réducteur suffisant ; ils peuvent y supporter des courants assez marqués. Là où les mouvements de l'eau (courants trop violents; ressac, même modéré) ne leur permettent pas de se maintenir, ils trouveraient dans les grottes et au revers des pierres, en même temps qu'une protection contre l'effet d'arrachement des vagues (voir p. 173), un renouvellement de l'eau encore suffisant à assurer leur approvisionnement en substances réductrices dissoutes. Bien entendu, le renouvellement de l'oxygène peut également intervenir.

Les théories de Pütter

L'exposé des pages précédentes touche au problème, si souvent agité depuis les travaux de Pütter, de la nutrition des animaux marins et du rôle qu'y jouent les matières organiques dissoutes. Je suis donc amené à envisager carrément cette question. Pour l'étude de son historique, je renvoie au travail tout récent de Ranson (1927), et me bornerai ici à rappeler l'essentiel.

Pütter admet que les matières organiques dissoutes entrent pour une part importante dans la nutrition des animaux marins. L'absorption se ferait non seulement par le tube digestif, mais le plus souvent par la surface du corps et notamment les branchies. Quant à la présence de matières organiques dissoutes dans la mer, elle semble pouvoir s'expliquer en partie par la fonction de synthèse que possèdent les Algues.

Les résultats de Pütter ont été très discutés, parce que cet auteur s'est livré à des estimations quantitatives, basées sur des dosages, et que les méthodes employées pour ces derniers étaient entachées de causes d'erreurs (j'ai évité cet écueil en me bornant à des repérages comparatifs, sans prétendre arriver à des valeurs absolues). Mais divers travaux sont venus à l'appui de ceux de Pütter. T. Gaarder et H. Graan admettent que les Algues livrent au milieu ambiant un excès de matières organiques. De plus, divers auteurs ont montré que des animaux variés pouvaient effectivement, dans des conditions expérimentales, absorber des matières organiques dissoutes, souvent par la surface extérieure de leur corps, et plusieurs expérimentateurs ont prouvé que les substances ainsi absorbées étaient utilisées. On trouvera la bibliographie de ces recherches dans le travail de Ranson (1). Cet auteur a étudié le cas particulier du verdissement des huîtres, où, dans les conditions naturelles, a lieu l'absorption d'une substance organique dissoute.

(1) Depuis la publication de son travail, il faut ajouter quelques nouvelles recherches. J. Podhradsky place des têtards dans une solution de peptones et de sucres, et montre que leur croissance est accélérée si l'on augmente expérimentalement la perméabilité de leur tégument, ralentie si l'on diminue cette perméabilité. Hykes établit que, non seulement les substances solubles, mais aussi les substances grasses en émulsion, peuvent être absorbées par la peau de la grenouille et des têtards

Il reste à montrer que, *dans les conditions naturelles*, les substances organiques dissoutes, entrant réellement dans l'alimentation des animaux, *contribuent effectivement à assurer leur existence*. C'est là l'essentiel de la théorie de PÜTTER.

Je crois que mes constatations, sans pouvoir être considérées comme démonstratives, fourniront cependant un fort argument en faveur de cette hypothèse. Car elles tendent à montrer que la présence de matières organiques dissoutes provoque la prospérité de diverses espèces dans certains milieux littoraux. Il est bien probable que cette action favorisante est une action nutritive, plutôt qu'une influence d'ordre physico-chimique comme celle que peut exercer la concentration par exemple.

Quant aux sources des matières organiques dissoutes dans la mer, j'admets très bien qu'elles résident en partie dans la photosynthèse des Algues, et j'ai moi-même noté (p. 49), que les Algues des cuvettes, les Mélobésies principalement, assimilent avec une très grande activité et semblent livrer des quantités très importantes de matières organiques au milieu ambiant. Le maerl existe en quantités suffisamment importantes pour qu'on puisse considérer comme non négligeable son apport en substances organiques ; apport s'ajoutant à celui du phytoplankton envisagé par PÜTTER et ses continuateurs, et aussi à celui, beaucoup plus modeste certainement, des autres Algues littorales et des Laminaires. En outre, il est évident qu'on doit compter aussi avec les vases, qui contiennent toujours une proportion appréciable de substances organiques (voir PRUVOT) et en laissent diffuser dans l'eau ambiante. En ce qui concerne les animaux littoraux que j'ai étudiés, c'est surtout l'influence de ces substances réductrices émanés de la vase qui m'est apparue le plus nettement. Il est d'ailleurs possible qu'elles soient qualitativement très différentes de celles des cuvettes à Mélobésies, et que cette différence contribue à expliquer la dissemblance des faunes en ces deux genres d'habitat.

§ III. — Influence nocive des matières organiques

Certains organismes s'accommodent d'une eau très fétide, et c'est ainsi que j'ai noté (p. 54) la présence de diverses espèces, dans une eau malodorante dont le pouvoir réducteur atteignait 165. D'autre part toutes les espèces que j'ai cités à Port-Saint-Jean (p. 89) supportent, je l'ai dit, une eau très impure, riche en matières réductrices dissoutes et en matières suspendues, et il n'est pas inutile de souligner la présence en ce point de la plupart des formes affectionnant les points battus, et que l'on pouvait considérer comme favorisées par une eau « pure ». Mais il est vraisemblable que d'autres espèces sont plus exigeantes, et il est possible que le caractère quelque peu fétide des substances organiques émanant du fond des bassins à flot, contribue à expliquer l'absence de certaines espèces dans ces bassins.

On peut aussi envisager le rôle mécanique des matières en suspension, qui peut nuire à certaines espèces. Ce n'est pas ici le lieu de m'en occuper. J'en reparlerai plus loin (p. 196).

CHAPITRE IX

Influence de la concentration en ions hydrogène

L'action du pH sur la répartition des animaux fixés du littoral n'a pas encore été étudiée systématiquement, à ma connaissance du moins. On pouvait se demander en particulier, — et j'ai souvent entendu poser la question — si le pH, assez constant au large, ne subirait pas des variations étendues dans des domaines particuliers tels que les estuaires et les ports, et si ces variations n'interviendraient pas dans la répartition des animaux.

De l'étude systématique de diverses stations, relatée dans la seconde partie, il ressort que les variations du pH sont insignifiantes en bien des milieux. Il en est ainsi sur les côtes rocheuses du littoral et de l'entrée de la Rance (toujours 8,1), dans les bassins à flot, au moulin de La Richardais, sensiblement aussi à Port-Saint-Jean, et même vers le fond de la Rance (Le Chêne Vert, La Moignerie), en dépit de la grande importance des Fucacées et du faible volume de l'eau dans cette dernière région de l'estuaire. Par contre, des variations très marquées s'observent dans les herbiers (7,7 à 8,7), et sur les fonds meubles (ces dernières déjà étudiées par d'autres auteurs), et d'autres, extrêmement fortes, dans les cuvettes des rochers (7,5 à 9,3), dans le canal du Chatelier à Dinan, dans les moulins à marées du fond de la Rance. Sur les berges rocheuses recouvertes d'algues, les variations du pH sont à peu près nulles lorsque l'eau est renouvelée par les vagues ou les courants, très sensibles lorsque l'eau reste immobile ou décrit un circuit fermé (tourbillon).

1° *Les variations du pH favorisent-elles certains organismes* ?

La question peut se poser en ce qui concerne :

a) *La faune des herbiers* ou leur voisinage, faune qui présente, on le sait, une richesse très particulière. J'ai déjà dit plus haut (p. 188) qu'il est difficile de dissocier l'action de plusieurs facteurs variant ensemble, le pH, la teneur en oxygène, les matières organiques. La dissociation a cependant été possible pour un assez grand nombre d'éléments qui se retrouvent bien développés dans d'autres milieux où ne varient ni le pH, ni l'oxygène, et dont la prospérité peut être attribuée aux matières organiques. Pour les autres, l'incertitude demeure. Cependant, ils se retrouvent dans les grottes des rochers exposés, où on peut envisager hypothétiquement (p. 191) une influence favorisante de l'oxygène et des matières réductrices ; pour le pH, aucune hypothèse équivalente ne me semble pouvoir être avancée ; il est donc vraisemblable que ce facteur a un rôle minime ou nul.

b) *La faune des cuvettes des rochers*, où existent des variations considérables du pH. Cette faune est constituée principalement (sauf les Anthozoaires dont je dirai un mot plus bas), par des espèces qui se trouvent aussi bien sur les parois rocheuses à découvert, et dont l'abondance ou la taille ne sont nullement accrues dans les cuvettes. L'influence favorisante du pH n'est donc certainement pas importante. On pourrait toutefois faire une remarque. Parmi les espèces qui remontent, dans les cuvettes, à une altitude supérieure à celle qu'elles peuvent atteindre sur les surfaces exposées à la dessication, certaines sont des formes qui, dans ces dernières conditions (roc découvert), sont toujours en compagnie de végétaux : Laminaires, Rhodymenia, et surtout Algues cal-

caires (Mélobésies et Corallines). Or tous ces végétaux pourraient créer autour d'eux des augmentations du pH, et mettraient ainsi les organismes qui les avoisinent dans des conditions analogues à celles qu'ils rencontrent dans des cuvettes. Ce serait le cas pour *Patella depressa*. Cette espèce est très abondante dans les cuvettes à Melobésies ; sur le rocher nu, sa limite supérieure coïncide avec celle des algues calcaires (voir p. 36 et 64). L'étude de cette question m'a donné une réponse négative immédiate. L'association Algues calcaires-*Patella depressa* n'existe que sur les rochers battus ou violemment balayés, où le pH reste absolument normal, le renouvellement de l'eau anéantissant tout effet de variation. Ce sont donc bien les exigences d'immersion de *Patella depressa* qui règlent sa répartition, et non le pH. En ce qui concerne les Anthozoaires, j'ai montré que *Anemonia sulcata* et *Aiptasia couchi* sont favorisées par le pouvoir réducteur de l'eau beaucoup plutôt que par le pH (p. 386). Il n'y a que pour le *Bunodes verrucosus* que, faute d'arguments convaincants dans un sens ou dans l'autre, la question peut rester posée.

c) *La faune du canal de Dinan.* — Je rappelle que diverses espèces, et surtout les *Balanus improvisus* et *Mercierella enigmatica*, présentent un développement magnifique dans le canal de Dinan où le pH est très variable. Mais j'ai cru pouvoir expliquer ce développement par la grande richesse de l'eau de matières réductrices dissoutes (p. 188). Ici encore, je ne vois aucune raison de faire intervenir le pH, puisque ces espèces sont également très prospères en des points (Port-Saint-Jean, bassins à flot) où le pH varie peu ou pas.

En résumé, je ne vois se révéler dans aucun cas une influence favorable des variations du pH.

2° *Les variations du pH nuisent-elles à certains organismes ?*

Le résultat le plus clair des nombreuses mesures de pH que j'ai effectuées en divers milieux, est de montrer que *de nombreuses espèces sont extrêmement tolérantes à l'égard des variations du pH*. On s'en rendra compte en se reportant à la description de la faune des cuvettes des rochers et celle du canal de Dinan. Pour ces espèces, une action nocive n'est pas à envisager. Malgré tout, la faune des cuvettes n'est pas encore très riche, et il faut noter particulièrement qu'en dépit de la richesse de l'eau en matières réductrices dissoutes, il y manque un grand nombre de formes bien représentées dans les herbiers ou autres milieux réducteurs. Il n'est pas impossible que les variations du pH, beaucoup plus accentuées ici que dans les herbiers, n'en soient responsables dans une certaine mesure. Mais il intervient un trop grand nombre d'autres facteurs (mouvements de l'eau, variations de la teneur en oxygène et de la température, différences possibles dans la nature des substances réductrices) pour que l'on puisse rien affirmer dans l'état actuel de nos connaissances.

Il me semble cependant que les choses sont plus claires en ce qui concerne les *Mytilus edulis* var. *galloprovincialis*, qui sont favorisées par le ressac et les courants, favorisées vraisemblablement par l'oxygène, certainement par les matières réductrices dissoutes, ne craignent pas les variations de température ni l'immersion permanente (bassins à flot), et qui, semble-t-il, devraient trouver dans les cuvettes des rochers des conditions très favorables. Or, elles y sont plutôt moins abondantes que sur le rocher découvert. Ceci est vrai pour la région que j'étudie (1). Une influence nocive des variations du pH peut être invoquée pour expliquer ce fait. Mais il faut tenir compte de ce que l'espèce en question se trouve ici, je l'ai dit dans un travail antérieur (1928, n° 1), très près de la limite de sa répartition géographique, ou au moins d'une discontinuité dans cette répartition. Sa biologie n'est donc peut-être pas absolument normale.

---

(1) Dans la région de Roscoff, DE BEAUCHAMP (p. 183) dit que les moules pénètrent dans les cuvettes et ne précise pas qu'elles y soient moins abondantes qu'au dehors. Il s'agit probablement d'une autre variété : *spathulina*. Voir PH. DAUTZENBERG et P.-H. FISCHER.

On pourrait se demander aussi si les variations du pH ne seraient pas responsables de la remarquable pauvreté de la faune vers l'extrémité de la Rance, puisque les berges rocheuses y sont couvertes de Fucacées pouvant modifier le pH, et que le renouvellement de l'eau n'y est pas des plus actifs. Mais la faune qui pourrait se développer sous un manteau de fucacées serait constituée essentiellement par des *Balanus balanoides*, *Patella vulgata communis* et *conica*, *Purpura lapillus*, *Gibbula umbilicalis*, *Littorina littorea*, tous organismes qui existent dans les cuvettes des rochers et s'y montrent très tolérants vis-à-vis des variations du pH. Celles-ci ne peuvent donc être mises en cause. Je me tiens à l'explication basée sur le rôle de la vase et des courants, que j'ai donnée page 170.

Remarque. — Organismes sténoioniques, organismes euryioniques.

R. Legendre a proposé de distinguer les organismes en euryioniques et sténoioniques, à propos d'un Copépode, *Harpacticus fulvus* qui vit dans des cuvettes où il supporte des augmentations de la concentration en ions hydrogène atteignant la valeur pH 9,1. Tous les organismes que j'ai cités dans les cuvettes des rochers (variations du pH : 7,5 à 9,3) et qui comprennent un bon nombre des espèces les plus courantes du faciès rocheux, ceux aussi qui habitent le canal du Chatelier à Dinan (variations du pH : 7,9 à 9,0) peuvent être qualifiés *euryioniques*. On peut faire une remarque analogue à celle que j'ai faite à propos des organismes euryhalins et sténohalins : il est vraisemblable que la liste des espèces qui, dans les conditions naturelles, se révèlent euryioniques, continuera à s'accroître démesurément ; par contre, il est très difficile d'affirmer qu'une espèce est sténoionique, car on ne saurait avoir la certitude de ne jamais la rencontrer dans un milieu à pH variable.

CHAPITRE X

Autres facteurs

Le soleil : lumière et température

La lumière et surtout la chaleur solaire agissent certainement sur la répartition des organismes du littoral. L'effet le moins discutable est celui de la chaleur activant l'évaporation de l'humidité résiduelle, et abaissant les limites supérieures de répartition de tous les organismes, animaux aussi bien que végétaux (p. 157). Je rappelle également que le soleil est le premier responsable des variations journalières que les végétaux assimilateurs créent aux points de vue du pH, de la teneur en oxygène dissous, et, dans certains cas, des matières réductrices dissoutes (voir 2e partie, chap. II, III, IV).

Par ailleurs, l'essentiel de ce qu'on peut dire sur l'action du soleil a été très bien traité par de Beauchamp (p. 42), Prenant et Teissier (p. 37), Prenant (p. 14). Je n'ai pas grand'chose à y ajouter, sinon rappeler quelques renseignements qui parlent *contre* une influence nocive de la lumière et de la chaleur : de nombreux organismes qui, partout ailleurs, sont cantonnés à la face inférieure des pierres, dans des grottes, anfractuosités, ou sous des Algues, sont susceptibles de présenter un beau développement sur les faces latérales, un certain développement sur les faces supérieures des pierres, lorsqu'ils se trouvent dans des stations où le ressac est supprimé (Rance). Le ressac intervient donc plus que la chaleur et la lumière pour limiter leur extension. Le cas est particulièrement net pour *Ascidiella aspersa* (voir plus loin p. 224) et *Dendrodoa grossularia* (p. 223). Voir aussi p. 94 et p. 173.

Remarquons enfin que les variations de température sont à peine plus accentuées dans l'estuaire de la Rance que sur le littoral (en général l'écart ne dépasse pas 2 degrés, alors que les variations annuelles atteignent 16 degrés), et qu'on ne saurait appliquer à la Rance la définition que Pruvot donne du « faciès d'estuaire », caractérisé par des variations rapides de la salivité et de la température. Les variations de température n'interviennent certainement pas beaucoup dans l'appauvrissement que subit la faune vers l'extrémité de la Rance.

Ces considérations ne diminuent en rien l'importance des variations que peut subir la température au cours d'une année dans une région donnée. Fauvel nous en a déjà fourni un exemple dans la région de Saint-Vaast. De mon côté, j'ai constaté un appauvrissement très sensible de la faune dans l'été 1928, sur le littoral de Saint-Malo et dans la Rance, bien que cet été fût plus chaud que les précédents, et je pense que cet appauvrissement doit être attribué aux coups de froids exceptionnels de l'hiver 1927-1928, et aux brusques variations de température du printemps de 1928.

Action mécanique des matières en suspension

1° *Force vive du sable.* — De Beauchamp a noté la raréfaction de la faune sessile au voisinage du sable, et l'a attribuée à l'action mécanique des grains remués par les vagues. Il en est ainsi, notamment, pour *Dendrodoa grossularia.* Prenant et Teissier, puis Prenant, le confirment et montrent que les Hydraires et Bryozoaires sont très sensibles à cette influence, tandis que certains Tuniciers et Spongiaires sont très résistants.

2° *Action de la vase.* — PRENANT attribue à l'excès de vase mobile la pauvreté de la faune dans la région qui s'étend de la pointe de Bloscon à la roche Rannic. « Sous les pierres on n'y trouve, outre quelques *Verruca stromia*, que de rares Clavelines et Anomies ; les grottes et les parois rocheuses y montrent une faune tout aussi appauvrie ».

En ce qui concerne l'influence nocive de la vase, il faut distinguer deux cas. Celui où l'eau chargée de vase n'est animée que de mouvements lents, et celui où elle peut se déplacer rapidement. Dans le premier cas, la vase semble être très nocive : c'est à elle que j'ai attribué (p. 170) la pauvreté de la faune à l'extrémité de la Rance, au-delà de Port-Saint-Jean. Dans cette région où les rochers portent toujours, même sur leurs parois verticales, une pellicule de vase que les courants trop faibles ne peuvent enlever, il est vraisemblable que les animaux qui parviendraient à se fixer seraient eux-mêmes enduits d'une couche de vase qui génerait leurs fonctions vitales. Par contre, le second cas est représenté à Port-Saint-Jean, où l'eau est extrêmement trouble, mais où la rapidité du courant maintient en état de propreté la roche et les animaux fixés. Là, on constate la présence d'un très grand nombre d'organismes supportant parfaitement le trouble de l'eau. Au point B (fig. 5, p. 80) c'est presque uniquement de la vase qui charge l'eau, au point A il s'y mêle beaucoup de sable. On peut donc dire que *la plupart des espèces courantes du littoral sont très résistantes aux matières en suspension.* Cependant il en est d'autres qui font défaut à Port-Saint-Jean (notamment *Dendrodoa*) sans que je puisse décider si ce sont les matières en suspension, ou les variations de salinité, qui les écartent (p. 179).

LA CONCURRENCE

C'est un facteur probablement important, mais dont l'action restera difficile à dégager tant qu'on ne s'astreindra pas à suivre de très près les différentes phases du peuplement d'un rocher préalablement débarrassé de ses organismes. Ces études ne peuvent être entreprises que par un travailleur séjournant toute l'année au bord de la mer. Les données éparses que l'on trouve dans les travaux antérieurs, et les quelques constatations de détail que j'y ai ajoutées (p. 166, 177, etc), ne méritent pas encore de donner lieu à une discussion générale.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Dans une première partie de ce travail, j'ai étudié systématiquement diverses qualités de l'eau de mer prise aux environs de Saint-Malo, et suivi les variations de ces qualités au cours de la marée et au cours des saisons. Comme le but du travail est d'étudier le milieu où vivent les animaux fixés sur les berges, j'ai pris cette eau au contact des berges. Et d'abord en des points où ces berges lui apportent le minimum de modifications, c'est-à-dire au contact de rochers ou de maçonneries. Cette « eau littorale normale » doit servir de base de comparaison pour l'étude de milieux plus particuliers (eau baignant la vase, milieux confinés, etc.). Dans ces conditions, les résultats sont les suivants.

La salinité est identique à celle du large en été (35 0/00). En hiver et au printemps, elle est en diminution de quelques grammes, même en des stations éloignées des estuaires. Au cours d'une marée, la salinité subit de légères variations : elle s'élève un peu pendant les marées basses d'été (35,6 à 35,9) et reprend à marée haute sa valeur normale. Ces variations sont en sens inverse de celles que d'autres auteurs avaient trouvées en divers points du littoral, où des apports d'estuaires se faisaient sentir à marée basse. En hiver, l'influence de la marée est souvent masquée par des variations générales assez irrégulières ; lorsqu'elle apparaît, elle est en sens inverse de celle de l'été : les apports d'estuaire, cette fois, entrent en jeu.

La teneur en oxygène dissous est moins variable ici que dans quelques stations où elle avait déjà fait l'objet d'études systématiques. Les chiffres trouvés vont de 9 mg. 5 à 12 mg, 0 par litre d'eau. Il existe des variations corrélatives du phénomène de la marée, qui n'avaient pas été observées ailleurs : un maximum se présente à marée montante, un minimum à marée descendante, en été. En hiver, les variations sont moins régulières.

J'ai étudié la teneur de l'eau littorale en substances réductrices dissoutes, qui n'avait encore fait l'objet d'aucune recherche systématique. A cet effet, j'ai constitué une échelle de repérage, permettant des comparaisons, mais sans donner de valeurs absolues, que la méthode employée ne permettait pas d'obtenir. Le pouvoir réducteur de l'eau littorale normale s'établit le plus souvent aux environs du degré 12 de cette échelle, et varie de 9 à 19. Il subit très régulièrement, en toutes saisons, des variations corrélatives du phénomène de la marée : maximum à marée haute ou à marée descendante, minimum à marée basse ou à marée montante. Il y a donc, en été au moins, une sorte de balancement entre le pouvoir réducteur et la teneur en oxygène dissous.

Le pouvoir réducteur n'augmente pas sensiblement avec la profondeur, au moins lorsque celle-ci est faible.

La teneur de l'eau en matières suspendues est plus forte en hiver et au printemps qu'en été, sans doute en raison des apports du ruissellement et des fleuves, et de l'agitation de la mer. En toutes saisons, elle est plus forte à marée basse qu'à marée haute. Par contre, la concentration en ions hydrogène est d'une constance remarquable, s'opposant aux variations observées en d'autres points.

En réunissant ces résultats, on peut dire que la marée influe sur la plupart des qualités étudiées. Cette influence est particulièrement sensible ici en raison de l'amplitude exceptionnelle du phénomène des marées.

Dans la deuxième partie, essentiellement descriptive, j'ai fait l'étude d'un certain nombre de stations appartenant à des types aussi variés que possible, en décrivant simultanément le milieu et les organismes. Parmi ces stations, les unes appartiennent à des types qui avaient déjà été étudiés, mais au seul point de vue des organismes ; les autres les plus nombreuses, appartiennent à des types dont la description était à faire, aussi bien au point de vue des organismes qu'à celui du milieu.

Les premières sont les stations côtières courantes, telles qu'on en trouve partout en Bretagne : rochers plus ou moins battus par les vagues, herbiers, etc. La description de leur faune et de leur flore ressemble beaucoup aux descriptions que d'autres auteurs ont faites en d'autres points. Seule, les descriptions du milieu sont nouvelles. Elles donnent les résultats suivants :

Sur les rochers battus, les qualités de l'eau sont celles mêmes que j'ai décrites dans la partie précédente, à condition que le rocher soit dépourvu d'algues.

Sur les rochers revêtus d'un manteau de Fucacées, l'eau de mer subit de légères modifications, d'autant plus faibles que les vagues sont plus accentuées. On constate, pendant le jour, une augmentation de la teneur en oxygène dissous, du pouvoir réducteur et du pH. Pendant la nuit, la teneur en oxygène et le pH sont en diminution. Les autres qualités étudiées ne sont pas modifiées.

Dans les cuvettes des rochers se manifestent des variations extrêmement fortes, dès les premières heures de la marée basse, et même dans les cuvettes situées à des niveaux bas, et qui de ce fait ne sont exondées que pendant un temps très court. Les variations les plus marquées portent sur le pH qui peut descendre à 7,5 la nuit et monte couramment à 9,3 le jour, et sur la teneur en oxygène dissous, qui varie parallèlement, descend la nuit, jusqu'à 6 mg., et, le jour, s'élève rapidement pendant la première partie de la marée basse jusqu'à des sursaturations extrêmes, (jusqu'à 27 mg.) et redescend ensuite. Les variations de ces deux qualités sont commandées par la photosynthèse des algues, principalement des Mélobésies. Le pouvoir réducteur de l'eau s'élève beaucoup pendant la marée basse, le jour surtout (de 10 à 20, par exemple). Dans ces cuvettes que la mer atteint tous les jours, les variations de la température sont relativement peu importantes, celles de la salinité sont très faibles.

Dans les herbiers se produisent des modifications analogues, mais beaucoup moins accentuées. L'augmentation du pouvoir réducteur est très sensible, même pendant la nuit. Une autre modification intervient : l'eau contient une quantité importante de matières en suspension.

Dans la vase, le pH et la teneur en oxygène sont bas, le pouvoir réducteur est élevé.

Après les stations côtières de types courants, viennent d'autres domaines, dont la région de Saint-Malo et de la Rance, véritablement privilégiée à ce point de vue, m'offrait un grand choix.

D'abord, une région où toutes les qualités de l'eau sont identiques à celles de l'eau littorale normale, et où un seul facteur, très important, est modifié : les vagues sont entièrement supprimées. Dans cette région (entrée de la Rance), j'étudie plusieurs stations qui diffèrent par la vitesse des courants de marée : violents, modérés, nuls.

Plus loin, dans la Rance, à cette première modification (absence de vagues) s'en ajoute une autre : la salinité devient variable. Par exemple, à Saint-Suliac, elle peut perdre en hiver un quart de sa valeur. La faune et la flore ne sont presque pas modifiés, malgré l'éloignement de la mer (10 km.).

A Port-Saint-Jean, à 14 kilomètres de la mer, les variations de salinité deviennent des plus accentuées (de 35 jusqu'à 15, 10, et même 4) ; en outre, l'eau est très trouble et très réductrice. La teneur en oxygène, la température restent normales. La faune est très riche en individus, appartenant à un bon nombre d'espèces, Anthozoaires, Mollusques, Tuniciers, etc. L'aspect de cette faune est très spécial, diverses espèces présentent une prospérité exceptionnelle. Une fosse sous-marine livre également des espèces nombreuses et exubérantes, vivant dans une eau très réductrice et à salinité variable.

Vers l'extrémité de la Rance, où la zone intercotidale n'est plus représentée sur toute sa hauteur, la faune est très pauvre, sauf à la sortie des moulins à marées. Les dessalures sont de plus en plus accentuées, l'eau est trouble et très réductrice.

Dans la Rance canalisée, où la mer pénètre aux grandes marées, la salinité varie de 0 à la moitié de sa teneur normale, le pH est très variable, le pouvoir réducteur est plus élevé que nulle part ailleurs ; la teneur en oxygène reste normale. La faune, composée d'espèces assez spéciales et peu nombreuses, est très riche en individus.

Dans les bassins à flot, la salinité, le pH, la teneur en oxygène, en matières suspendues, ne sont pas modifiées par rapport à l'eau de mer normale. Le pouvoir réducteur est élevé. La faune est très riche. Les Algues font défaut.

Les moulins à marées sont composés de nombreux habitats complexes (réservoir, chambre de la turbine, vannes, etc.) possédant un caractère commun, la richesse de l'eau en matières réductrices dissoutes. En tous les points dégagés de vase, la faune est riche et variée.

La troisième partie est une contribution à l'étude du rôle de chacune des qualités du milieu ambiant, dans la répartition des organismes du littoral.

Le fait que la côte est soumise au jeu des marées influe sur la répartition verticale des organismes et je cherche à préciser dans quelle mesure. J'étudie successivement la limite d'extension vers le haut de chaque espèce (résistance à l'émersion), et la limite d'extension vers le bas des quelques espèces qui sont confinées aux niveaux élevés (résistance à l'immersion). Pour l'étude de la résistance à l'émersion, je distingue soigneusement le phénomène de la marée proprement dit, agissant seul, et l'humidité « supplémentaire » : surajoutée (celle qu'apportent les vagues et les embruns), et résiduelle (celle dont l'évaporation est entravée pour des causes diverses, pendant la marée basse). Pour étudier la marée seule, il faut s'adresser à des localités où les vagues soient supprimées, et étudier les organismes fixés sur des surfaces verticales et lisses. Cette étude ne peut se faire que dans les ports (où on ne trouve qu'un très petit nombre d'espèces) et dans la Rance où on peut étudier des espèces nombreuses à tous les niveaux. En étudiant deux espèces importantes, une Algue et un Cirripède, dans tous les ports de la Manche, de Saint-Malo à Dunkerque, j'établis que leurs limites supérieures de répartition verticale se tiennent à des niveaux très constants, relativement à l'amplitude des marées. Et cependant, cette amplitude varie considérablement de Saint-Malo (13 m.) à Dunkerque (6 m.). Ce résultat atténue les conclusions de Pruvot qui, ayant opéré dans des conditions trop variées, concluait à l'absence de toute relation entre les niveaux bionomiques et les niveaux cotidaux. Je complète ces résultats en étudiant dans la Rance la limite de répartition d'un grand nombre d'espèces. Les chiffres trouvés expriment l'influence réelle de la marée sur chaque organisme. La façon dont ces chiffres se répartissent dans l'échelle des marées constitue un système de subdivisions bionomiques de la zone des marées. Ce problème : reconnaître des subdivisions bionomiques dans la zone des marées, était considéré jusqu'ici comme difficile à résoudre, car les auteurs précédents s'étaient trouvés placés dans des conditions trop complexes. Le degré de résistance à l'émersion peut s'exprimer d'une façon simple pour beau-

coup d'espèces. En effet, les plus nombreuses s'arrêtent, soit au niveau des pleines mers de morte-eau, soit au niveau des basses mers de morte-eau. Les premières exigent donc une *immersion bi-quotidienne*, qui, si courte soit-elle, arrête les progrès de la dessication et l'empêche de devenir mortelle. Les autres exigent de rester immergées en permanence pendant les périodes de morte-eau. Entre ces deux régimes, on ne rencontre presqu'aucune limite d'organismes, car la durée de l'immersion à marée haute n'a guère d'importance : au Havre, la mer est étale pendant plusieurs heures au lieu de quelques minutes, et ce phénomène important ne modifie aucunement les niveaux des organismes.

L'influence de l'immersion sur les organismes terrestres et sur les organismes marins confinés aux niveaux élevés, donne lieu à des précisions analogues. En outre, je donne les résultats d'une véritable expérience de longue durée : mise en état d'immersion permanente de plusieurs espèces d'algues étagées sur des rochers : *Pelvetia* en haut, *Fucus platycarpus*, et, en bas, *Ascophyllum*. L'immersion permanente les fait disparaître, et d'autant plus vite qu'il s'agit d'une espèce habitant un niveau plus élevé.

L'humidité résiduelle et l'humidité surajoutée ont une influence considérable. Les vagues font remonter la limite supérieure et la limite inférieure de tous les organismes, y compris les Fucus en dépit de ce que disait Pruvot. Tout ce qui retarde l'évaporation (irrégularités du substratum, surplombs, etc.), élève beaucoup les limites supérieures ; l'exposition au soleil abaisse beaucoup les niveaux, non seulement des Algues, mais de tous les animaux. Les Tuniciers y sont particulièrement sensibles. Il y a même une espèce (*Pelvetia*) pour laquelle l'influence de l'humidité résiduelle ou surajoutée l'emporte sur l'influence de la marée.

La répartition des organismes dans le sens horizontal est réglée principalement par les mouvements de l'eau : par les vagues, ainsi qu'il est connu, sur la côte exposée, et par les courants dans la Rance. Lorsque le courant est faible (mode tranquille) la roche est couverte de Fucacées ; lorsqu'il est plus fort (mode balayé) la roche est couverte de Tuniciers et Spongiaires aux niveaux bas, de Cirripèdes et de Mollusques aux niveaux élevés ; lorsqu'il est très violent (mode très balayé), les Tuniciers et Spongiaires font place à des Algues calcaires, Cirripèdes et Mollusques, et la roche prend absolument l'aspect d'une roche très battue. Même dans les régions de l'estuaire où sévissent les variations de salinité, ce sont encore les courants qui ont le rôle principal dans la distribution des organismes. J'ai cherché à préciser par des chiffres les vitesses de courant à partir desquelles les Fucacées disparaissent et font place à d'autres organismes.

Par comparaison avec le rôle des courants ainsi établi, on peut apporter certaines précisions sur le rôle des vagues sur le littoral exposé. Elles ont sur les Tuniciers, Spongiaires, etc., un effet d'arrachement beaucoup plus fort que celui des courants, et forcent à se réfugier sous les pierres, dans les anfractuosités, dans les grottes, ces espèces que les mouvements modérés de l'eau ne font que favoriser.

Le rôle de la salinité est beaucoup moins important que n'auraient pu le faire prévoir les opinions en cours. En réalité, la plupart des organismes étudiés sont *euryhalins*, que ce soient des Cirripèdes, des Mollusques, des Bryozoaires, des Hydraires, et même les Anthozoaires et les Tuniciers. Je donne, pour chaque espèce, les variations maxima de salinité observées, en prenant les échantillons d'eau *au contact* même des individus. La liste des organismes euryhalins ne peut que s'allonger démesurément ; celle des organismes sténohalins, basée sur des résultats négatifs, est destinée à se restreindre.

Sur le rôle de l'oxygène dissous dans l'eau, certaines opinions doivent également être révisées, du fait que la teneur en oxygène est aussi forte dans les eaux immobiles et chargées de matières organiques, que dans les eaux du large. Un autre résultat, est que de nombreuses espèces habitant

les cuvettes des rochers supportent sans dommage des variations extrêmes de la teneur en oxygéne, s'opposant à la constance que trouvent les organismes vivant dans l'eau de mer libre et les organismes qui respirent l'air en nature.

La teneur de l'eau de mer en matières réductrices dissoutes se révèle comme un facteur de première importance ; des teneurs élevées favorisent un grand nombre d'organismes appartenant à des groupes très variés : Cœlentérés, Spongiaires, Bryozoaires, Polychètes, Cirripèdes, Mollusques, Tuniciers. Dans un milieu riche en matières réductrices dissoutes, les organismes sont d'autant plus prospères que l'eau se renouvelle plus souvent, et il est très probable que, dans ce cas, l'influence des mouvements de l'eau se ramène à une influence des matières réductrices constamment renouvelées. A titre hypothétique, on peut supposer que dans tous les cas les mouvements de l'eau auraient cette action, et contribuer ainsi à expliquer l'abondance, aux points battus, des Cirripèdes et des Moules sur les rochers découverts, des Spongiaires et Tuniciers dans les grottes et anfractuosités. La répartition des Moules, qualifiée de paradoxale, pourrait s'expliquer de la sorte. Les faits que j'établis donnent un sérieux appui à l'hypothèse de Pütter, qui admet que les matières organiques dissoutes contribuent pour une part importante à assurer l'alimentation des animaux marins. A l'appui de cette théorie on avait montré jusqu'ici, soit que les animaux étaient *capables* d'absorber des matières organiques dissoutes dans les conditions naturelles ; soit qu'il était *possible*, dans des conditions *expérimentales* d'assurer leur nutrition par ce moyen ; mais rien ne prouvait que, *dans les conditions naturelles*, les matières organiques dissoutes contribuaient *effectivement* à assurer leur prospérité. C'était donc l'essentiel de la théorie de Pütter qui demeurait dans le domaine de l'hypothèse. Mes recherches ne l'en font d'ailleurs pas sortir entièrement, car, si je crois avoir établi que les matières organiques dissoutes provoquent la prospérité de beaucoup d'espèces, je n'ai pas élucidé le mécanisme de leur action et ne saurais affirmer que ce soit une action nutritive.

A l'inverse du facteur précédent, la concentration en ions hydrogène est l'un des facteurs qui ont le moindre rôle dans la répartition des organismes étudiés. En effet, dans la plupart des milieux le pH demeure invariable (même dans les bassins à flot), et, là où il varie, on constate qu'un grand nombre d'espèces supportent sans dommage ces variations, même lorsqu'elles atteignent des valeurs extrêmes. Il y a donc beaucoup d'organismes euryioniques, et probablement fort peu d'organismes sténoioniques, du moins parmi ceux que j'ai étudiés.

Enfin je signale que les rôles nocifs souvent attribués à divers autres facteurs, la lumière, la température, les matières en suspension, sont relativement peu importants dans les domaines étudiés.

En résumé, en étudiant parallèlement, dans des stations aussi variées que possible, la composition de la faune et de la flore d'une part, les diverses qualités du milieu d'autre part, on peut confirmer ou reconnaître le rôle essentiel des facteurs suivants dans la répartition des organismes : le substratum, bien entendu ; la marée, dont l'action se révèle très précise, quelle que soit son amplitude ; les vagues, ainsi qu'il est déjà connu, et les courants qui se révèlent être le facteur primordial de la répartition là où les vagues font défaut ; les matières réductrices dissoutes dans l'eau, qui favorisent un grand nombre d'espèces. En ce qui concerne les variations physico-chimiques de l'eau de mer, salinité, concentration en ions hydrogène, teneur en oxygène dissous, j'établis la grande résistance que manifestent la plupart des organismes vis-à-vis de ces variations ; ce résultat positif a une contre-partie négative : ces variations n'ont qu'une influence relativement faible sur la répartition des organismes.

RÉPERTOIRE DE RENSEIGNEMENTS
CONCERNANT CHAQUE ESPÈCE ÉTUDIÉE

Préliminaires

Pour faciliter la consultation de ce travail, j'ai cru devoir dresser un index des renseignements que l'on y trouve sur chaque espèce. En outre, j'ajoute, à la suite de chaque nom d'espèce, divers renseignements que j'ai recueillis au cours de mes recherches, et qui ne trouvaient pas place dans l'exposé général précédent. La plupart de ces renseignements sont nouveaux. Je ne puis affirmer que tous le soient, ne m'étant pas astreint à rechercher, dans les innombrables travaux où ils pourraient se trouver disséminés, tous les renseignements fournis par d'autres auteurs. Je me suis borné à ce point de vue à consulter les ouvrages de de Beauchamp, Prenant et Teissier, Dautzenberg et Durouchoux, et les fascicules de la *Faune de France* parus à ce jour.

Je suis persuadé que pour arriver à expliquer la répartition des organismes, il faudra, de plus en plus, ajouter à l'étude des « associations », des études physiologiques et biologiques concernant chaque espèce prise séparément. Prenant et Teissier ont ouvert la voie à ce genre de recherches. C'est pour soutenir cette tendance que j'ai cru devoir dresser ce répertoire.

Ce répertoire ne constitue en aucune façon une liste de toutes les espèces que j'ai pu rencontrer dans la Rance ou dans les régions voisines. Je n'y fais figurer que celles qui ont été l'objet d'études de ma part.

Les chiffres exprimant les salinités, le pH, la teneur en oxygène, etc., représentent toujours des mesures faites *au contact même* de l'espèce étudiée. Lorsque j'indique les variations maxima de salinité ou de pH observées pour telle espèce, cela ne signifie pas que l'espèce ne peut en supporter de plus fortes, mais seulement qu'il ne m'a pas été donné d'en observer de plus fortes. Je ne cite que des variations observées en un même point, donc supportées effectivement par des *individus* donnés, ce qui est bien différent des limites de salinité ou de pH où peut se rencontrer une *espèce* donnée.

Algues

Pelvetia canaliculata L. — Dans la Rance, presque jusqu'à son extrémité (Rochefort — La Hisse). Influence des courants, voir page 171. Influence de l'humidité : limite supérieure de répartition verticale, voir pages 139 et suivantes, fig. 16, pages 155 et 160. Je crois pouvoir considérer que le facteur principal qui règle l'altitude de la limite supérieure des *Pelvetia* est, non pas la marée, mais surtout l'humidité résiduelle. En effet, dans les conditions où cette humidité est réduite au minimum, les *Pelvetia* sont absentes ou très peu développées : sur les parois rocheuses verticales abritées des embruns, elles sont déjà très chétives sur les faces regardant le Nord et à peu près inexistantes sur les faces exposées au soleil. Les chiffres que j'ai donnés à Port-SaintJean se rapportent à des pieds rabougris qui semblent n'exister qu'à la faveur d'un feutrage d'Algues vertes retenant l'humidité. L'espèce manque de même à peu près

entièrement sur la pile et la cale de Port-Saint-Hubert, sur la cale de Saint-Suliac, dans les points bien abrités du port de Saint-Malo et dans tous les ports que j'ai visités jusqu'à Dunkerque. Par contre, là où se trouve retenue une humidité suffisante, elle se développe magnifiquement et remonte très haut (11 m. 50 sur la vase de Rochefort, etc.). Je crois donc qu'on peut se représenter les *Pelvetia* comme des organismes peu exigeants au point de vue de l'immersion, puis que les plus élevés peuvent demeurer 10 ou 15 jours sans être atteints par la marée, mais qui ne peuvent supporter une dessication comparable à celle que subissent les lichens (ou même les *Fucus* pendant un temps plus bref) et doivent rester légèrement humectés. L'immersion prolongée leur est nocive. On ne les trouve pas dans le bas de la zone des marées (pas au-dessous de 8 m. à Port-Saint-Jean, p. 165), et l'immersion permanente les fait disparaître entièrement en moins de 9 mois (p. 166). Espèce emyhaline : 35,0 — 17,7 (Mordreux). Supporte une eau très trouble et très réductrice.

Fucus platycarpus Thur. — Dans la Rance, presque jusqu'à son extrémité (Rochefort-La Hisse). Influence des courants, voir p. 171. Influence de l'humidité : à Port-Saint-Jean (p. 140) surmonte très légèrement le niveau moyen des pleines mer de morte-eau. Cette relation avec ce niveau cotidal se retrouve exactement dans tous les ports étudiés de Saint-Malo à Dunkerque, (p. 151). Pour cette espèce, l'immersion par la marée compte donc beaucoup plus que l'humidité résiduelle. Une immersion trop prolongée est nuisible : l'espèce fait défaut dans les bassins à flot et les réservoirs des moulins à marées. Lorsqu'un rocher se trouve soumis à l'immersion permanente, les *Fucus platycarpus* qui y sont fixés disparaissent pour la plupart au bout de 9 à 12 mois (p. 166). Espèce euryhaline. Variations de salinité observées, au Chêne-Vert : 35,0 — 15,1.

Fucus vesiculosus L. — Toute la Rance jusqu'à l'écluse du Chatelier. Influence des courants : page 171. Influence de la marée : voir pages 135 à 156. Une immersion trop prolongée est nuisible: l'espèce est très mal représentée dans les bassins à flot et les réservoirs des moulins à marées ; et, lorsqu'elle y existe, elle a des exigences particulières au point de vue du courant (p. 165). Espèce euryhaline. Prenant et Duval l'ont trouvée dans une eau de salinité 11,9 et notent que pour une salinité de 6,9 la forme se rapproche des *ceranoides*. Pour ma part, j'ai trouvé à Pontrieux, le 19 septembre 1926, sous le barrage de la rivière, des *vesiculosus* vrais dans une eau à 1,7 gr. de sels pour mille. Dans la Rance, l'espèce, nullement modifiée, supporte, à Rochefort-La Hisse, les Variations : 35,0 — 0,32, et, à proximité de l'écluse du Chatelier : 19,6 — 0,26. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice. Supporte aussi de fortes variations du pH : 9,0 — 8,0 au moulin de Rochefort.

Fucus ceranoides L. — Hamel a déjà constaté que cette forme n'existe pas dans la Rance. Je ne l'y ai jamais trouvée non plus. De Beauchamp (p. 233) considère que son existence est liée aux conditions suivantes : immersion presque permanente à marée basse dans un courant d'eau dessalée (action morphogène de l'eau douce courante). Son absence dans la Rance s'expliquerait alors très bien. Car, même à l'extrémité de la Rance, le courant qui subsiste à marée basse est aussi souvent formé d'eau assez salée (25,7 pour mille le 8 septembre 1926) que d'eau sensiblement douce. Il serait intéressant de vérifier si cette forme manque également dans le Trieux, ainsi qu'il m'a semblé d'après un examen très superficiel : en effet, cette vallée est également pourvue d'un barrage retenant, aux grandes marées, une réserve d'eau salée.

Fucus serratus L. — Rance jusqu'au moulin de Plouer (p. 120). On sait que cette espèce résiste beaucoup mieux aux vagues que les précédentes, tout en prenant un aspect rabougri et dressé. Il en est de même pour les courants, qui lui donnent le même aspect (Cancaval). La limite supérieure de répartition est difficile à apprécier. Des pieds peuvent se trouver jusqu'à la limite des *Fucus vesiculosus* (8 m. 95 à Port-Saint-Jean, face au Nord), niveau qui coïncide

sensiblement avec le niveau moyen des pleines mers de morte-eau, mais ils ne deviennent vraiment abondants qu'à partir de 7 m. 80 (p. 140). Il faudrait rechercher si c'est la concurrence des autres Fucacées qui empêche la plupart des individus de remonter davantage, ou au contraire, si c'est la protection des autres Fucacées qui permet à quelques-uns de remonter davantage. Variations de salinité: à Port-Saint-Jean, 35,0 — 15,1. Dans les cuvettes à Algues calcaires du littoral, on rencontre souvent cette espèce, peu développée il est vrai. Elle y supporte des fortes variations du pH : 9,3 — 7,5 ; et de la teneur en oxygène dissous : 26 mg. — 5 mg. 8. L'espèce peut prospérer dans une eau très impure : très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Ascophyllum nodosum L. — Rance, jusqu'à Rochefort-La Hisse. Action des courants, page 171 Influence de la marée, pages 135 à 156. L'immersion trop fréquente et prolongée est nuisible : l'espèce est très mal représentée dans les réservoirs des moulins à marées, où elle exige des courants prononcés. Cependant, une immersion permanente ne l'a pas encore fait disparaître au bout de 12 mois (p. 166). Variations de salinité observées : 35,0 — 0,32 (Rochefort). Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Laminaria saccharina L et *Laminaria flexicaulis* Le Jolis. — Dans la Rance, jusqu'à Saint-Suliac ; manquent à Port-Saint-Jean. Influence des mouvements de l'eau : les Laminaires sont nettement favorisées par le ressac, fait bien connu depuis longtemps. Mais il y a un optimum, et les vagues trop fortes (p. 37) et les courants trop forts (p. 64) leur sont contraires. Le courant peut remplacer les vagues : les Laminaires existent dans la Rance, domaine complètement abrité, aux points balayés (La Briantais, Cancaval, Saint-Suliac, etc.). *Laminaria saccharina* existe également sous la porte de l'écluse du bassin de Saint-Servan, là où l'eau que laissent fuir les joints s'écoule avec rapidité pendant la marée basse. Limite supérieure de répartition : Pruvot a trouvé, 1 m. 70 à Saint-Malo. A Cancaval, en l'absence totale de vagues, face au Sud, j'ai trouvé 1 m. 60 (niveau moyen des basses mers de vive-eau : 1 m. 25). Au Décollé, point battu, elles remontent isolément à 2 m. 05. Ces mesures s'appliquent surtout à *L. flexicaulis*, beaucoup plus abondante que l'autre espèce. Influence de la salinité et de la pureté de l'eau : les Laminaires existent à Saint-Suliac, où j'ai observé à leur contact les variations de salinité : 35,6 — 26,9. Elles n'existent plus à Port-Saint-Jean, en dépit des conditions de substratum, de courants, de niveau, qui, toutes, semblent favorables. Parmi les facteurs qui les éloignent de cette station, on peut envisager : 1° la dessalure, beaucoup plus forte ici qu'à Saint-Suliac (15,10 et jusqu'à 4 pour mille) ; 2° l'impureté de l'eau, très réductrice et chargée de matières suspendues. Mais, sous l'écluse de Saint-Servan dans les cuvettes des rochers, elles supportent une eau très réductrice. Il ne reste à envisager que la salinité et la vase en suspension. Au cap de la Hève, où l'eau est très trouble et sujette à des dessalures notables, en raison des apports de la Seine, j'ai constaté, de même, l'absence ou au moins le très faible développement des Laminaires ; par contre, près de là, à Fécamp, où l'eau est pure, elles sont très bien développées. D'autre part, elles sont également très mal représentées sur les rochers de Granville, même à l'extrême-pointe; or, à Granville, l'eau est très trouble, sans doute en raison du voisinage des vases du Mont-Saint-Michel, mais sa salinité ne doit pas subir de variations importantes. Ce serait donc la vase suspendue qui serait le facteur nocif, et expliquerait peut-être aussi que, même à Chausey, situé à quelque distance au large de Granville, de Beauchamp a constaté le faible développement des Laminaires ; aux Minquiers, par contre, elles sont bien développées. Mais il faut avouer qu'une action nocive de la dessalure serait plus facile à comprendre qu'une action nocive de la vase en suspension. Aussi bien ne puis-je être affirmatif, puisqu'il s'agit de constatations négatives.

Himanthalia lorea L. — Cette espèce peut être récoltée occasionnellement dans la région de Saint-Malo, dans les cuvettes (Hamel), mais la « bordure » d'Himanthalies fixées à découvert

sur les rochers, si bien développée dans le Finistère, fait défaut dans notre région. DE BEAUCHAMP l'avait déjà établi à Chausey et à Bréhat, et il en est de même aux Minquiers (P. et E. FISCHER). Je rappelle que j'ai montré (1928, n° 1), qu'à l'ouest, elle reparaît à partir de Plougrescant, tout près de Bréhat, et qu'à l'Est on la retrouve sur la côte Nord du Cotentin. Sa présence semble être en rapport avec le voisinage d'une masse d'eau profonde.

Catenella opuntia Good et Woodw. Voir pages 78, 119, 121, 155 (fig. 16), 169, 173. — Dans la Rance, jusqu'au moulin de Rochefort. Salinité minima observée : 22,5 (Rochefort).

Rhodymenia palmata L. — Dans la Rance, jusqu'à Saint-Suliac, en toutes saisons (salinités observées : 35,6 — 23,7), et à Port-Saint-Hubert en été seulement (p. 95), ce qui laisse supposer que l'espèce ne peut supporter les très fortes dessalures qui se manifestent en hiver. Limite de répartition en hauteur, voir pages 142, 155 (fig. 16) et 159. Une trop forte agitation de l'eau est nettement contraire à cette espèce.

Mélobesies et Corallines. — Ces Algues jouent un certain rôle bionomique dans la région (p. 37). Elles forment une « zone des Algues calcaires », aux niveaux bas. Sa limite supérieure se situe aux environs du niveau inférieur des basses mers de morte-eau (p. 142 et 155 fig. 16). Dans la Rance jusqu'à Saint-Suliac (HAMEL) ; manquent à Port-Saint-Jean. C'est principalement aux Mélobesies que j'ai attribué (p. 49) les variations énormes du pH et de la teneur en oxygène dissous qui se produisent dans les cuvettes des rochers pendant la marée basse, et aussi la fabrication d'un excès de substances organiques diffusant dans le milieu ambiant.

Autres Algues

HAMEL et MOAZZO ont donné la liste des nombreuses espèces d'Algues de tous les groupes, qui se trouvent à Saint-Suliac. L'étude du régime de salinité de cette localité, que j'ai donnée page 70, permet de considérer que la plupart de ces espèces peuvent supporter une dessalure déjà très sensible. J'y ai ajouté le *Codium bursa*, que les auteurs précédents n'avaient pas signalé, et que j'ai trouvé dans une eau de salinité 29,2 ; le *Codium tomentosum* supporte 26,9. Toutes ces formes manquent à Port-Saint-Jean, chassées vraisemblablement par les trop fortes variations de la salinité. L'étude des cuvettes des rochers permet de signaler aussi la résistance de quelques espèces aux variations du pH et de l'oxygène dissous : le *Chondrus crispus*, le *Codium tomentosum*, supportent un pH 9,3 et une teneur en oxygène 22 mg. 8 (p. 46 et 47) ; les Cystosires supportent le même pH et une teneur en oxygène de 27 milligr. (p. 47) ; le *Codium bursa* supporte le pH 8,9 (p. 46). Enfin, voir *Rivularia bullosa* Poiret, page 142 et 155 (fig. 16) et *Enteromorpha compressa*, pages 137 et 138, et fig. 16.

LICHENS

Lichina pygmæa Agh. — Se trouve sur les rochers exposés du littoral, et dans la Rance aux points violemment balayés par les courants, jusqu'à la pointe de Garo. Manque à Port-Saint-Hubert, malgré les conditions qui règnent au point D (fig. 5 p. 80) et qui lui seraient favorables. Partout accompagné de *Lasæa rubra* et *Littorina neritoides*. Limite supérieure de répartition verticale, voir pages 142, 155, 159. Variations de salinité observées : nulles (35,3 à Garo). Son absence à Port-Saint-Hubert s'explique sans doute par la dessalure (28,9 au niveau où elle devrait se trouver).

Lichina confinis Agh. est certainement l'organisme dont la présence est la plus constante sur presque toutes les grèves. Sur les berges rocheuses de la Rance jusqu'à proximité immédiate de l'écluse du Chatelier, et aussi sur les pierres émergeant des dépôts meubles. Limite supérieure

de répartition : 11 m. 90 à 12 m. 30 en eau calme (niveau moyen des pleines mers de vive-eau) Variations de salinité observées : 35,0 — 19,6 (Le Chatelier). Supporte une eau très trouble et très réductrice.

Verrucaria maura Walhenberg. — Beaucoup moins exigeant que *Lichina pygmæa* vis-à-vis des mouvements de l'eau, mais un peu plus que *Lichina confinis*. Dans toute la Rance, jusqu'à proximité du barrage du Chatelier. Limite supérieure de répartition, voir pages 140, 142, 155. Limite inférieure de répartition, au Décollé, 11 m. 35. Variations de salinité observées : 35,0 — 19,6 (Le Chatelier). Supporte une eau très trouble et très réductrice.

Physcia parietina L. — Lichen terrestre. Supporte l'immersion aux grandes marées. Limite inférieure de répartition : 12 mètres à 12 m. 20 (niveau moyen des pleines mers de vive-eau). Là où les vagues entretiennent plus haut l'humidité, ne descend pas autant (12 m. 55 au Décollé). Indifférent à la salinité.

Ramalina scopulorum Dicks. — A peu près comme le précédent. Limite inférieure de répartition, 12 m. 55 en eau calme (Cancaval, face au Sud), 13 mètres au Décollé.

Zostères

Zostera marina L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Variations de salinité observées : 35,6 — 23,7. Je n'oserais affirmer que c'est l'accentuation de la dessalure qui l'empêche de pénétrer plus loin dans la Rance, car il ne semble pas qu'elles y rencontreraient un substratum favorable : les berges de consistance voulue sont en pente trop forte

Zostera nana Roth. — Voir note n° 1, page 69. Quand elle se trouvait à Saint-Suliac, l'espèce y était certainement résistante à des diminutions sensibles de la salure. Elle peut aussi subir de fortes sursalures : a Plougrescant, près de Tréguier, on trouve ces Zostères implantées dans des bassins que créent des levées de galets à des niveaux très élevés. L'eau n'en est renouvelée qu'aux grandes marées, et se concentre ou se dilue dans l'intervalle. Le 21 septembre 1926, dans un de ces herbiers où les Zostères paraissaient être en excellent état, j'ai trouvé une teneur en sels de 50,1 pour mille ; la température paraissait également très élevée.

Spongiaires

Grantia compressa O. Fabr. — Rance jusqu'à Saint-Suliac et Garo. Salinité : 35,6 — 23,7

Sycon coronatum Ellis et Sol. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 26,9 .

Pachymatisma Johnstonia Bow. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 23,7.

Halicondria panicea Johnst. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Favorisée par les courants modérés (p. 74, 91, 187). Limite supérieure de répartition verticale : 3 m. 85 (p. 141 et 155). Salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Favorisée par les substances réductrices dissoutes (p. 187). Supporte une eau très trouble : 2 grammes de cendres par litre, à Port-Saint-Jean.

Reniera sp. — Trouvée à Port-Saint-Jean (p. 91). Salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Supporte une eau très trouble : 2 grammes de cendres par litre.

Mycale similaris Bow. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 23,7.

Raspailia hispida Bow. — (Ou peut-être *Howsei* Bow.). Comme l'espèce suivante.

Raspailia stuposa Mont. — Les *Raspailia*, qui, généralement, ne se trouvent qu'en dragages, (Prenant à Roscoff) ou dans des fentes (de Beauchamp à Chausey), remontent à découvert, dans la Rance, jusqu'au niveau des basses mers de morte-eau (fig. 16, p. 155). Salinité, pour les deux espèces, à Saint-Suliac : 35,3 — 23,7.

Tethya lyncurium Lamarck. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 23,7.

Hymeniacidon caruncula Bow. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean et Plouer. Favorisée par les courants modérés (p. 74, 91, 187). Limite supérieure de répartition verticale : face à l'Est, 3 m. 65 (p. 141 et 155). Face au Nord, à La Briantais, environ 4 m. 50. Salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Variations du pH, dans les cuvettes des rochers : pH 9,3 — pH 7,5. Oxygène dissous : 26 mg. 0 — 5 mg. 8. Favorisée par les matières organiques dissoutes (p. 187). Supporte une eau très trouble : 2 grammes de cendres par litre, à Port-Saint-Jean.

Polymastia mamillaris Johnston. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 23,7.

Ficulina ficus Johnston. — Sur les coquilles des Pagures, dans la zone littorale jusqu'à Saint-Suliac (salinité : 35,9 — 26,9), et, en dragage, jusqu'à Port-Saint-Jean.

Hydraires

Podocoryne carnea Sars. — Sur les coquilles des Pagures, pénètre dans la Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 22,8.

Eudendrium ramosum L. — Dragué dans la Rance, par 4 mètres de profondeur, à Port-Saint-Jean, point où la salinité est variable (p. 105).

Eudendrium insigne Hincks. — Dragué à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable. L'espèce ne paraît pas encore avoir été signalée sur les côtes françaises. Du moins elle ne figure pas dans les listes fauniques du Pas-de-Calais (Bétencourt), de Saint-Vaast-la-Hougue (Billard), de Roscoff (Prenant et Teissier et listes antérieures), de la côte atlantique de France (Billard).

Obelia geniculata L. — Sur les Laminaires, pénètre dans la Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 26,9.

Obelaria gelatinosa Pallas. — Prenant et Teissier, après de Beauchamp, donnent cette espèce comme caractéristique des stations saumâtres. Dans notre région, c'est également en eau dessalée, à Port-Saint-Jean, qu'elle atteint son plus beau développement. Salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Il est possible qu'elle doive sa prospérité en ce point à la richesse de l'eau en matières organiques dissoutes, aussi bien qu'à la dessalure.

Obelia flabellata Hincks. — Très abondante à la sortie de la turbine du moulin à marées de La Richardais (p. 119). Y est favorisée certainement par l'immersion presque permanente dans le courant d'écoulement (Prenant et Teissier ne l'ont récoltée qu'en dragages, et non dans la zone littorale), peut-être aussi par le pouvoir réducteur élevé de l'eau et son renouvellement continuel.

Gonothyræa Loveni Allmann. — Très commun sur les Fucus ; Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, où supporte comme variations de salinité : 35,0 — 20,2.

Campanularia fragilis Hincks. — Draguée par 5 mètres à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable (p. 105). Cette espèce est probablement nouvelle pour la faune française : il n'en est pas fait mention dans les listes déjà citées à propos de *Eudendrium insigne*.

Clytia Johnstoni Alder. — Dragué par 5 mètres à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable (p. 105).

Halecium halecinum L. — Comme l'espèce précédente. Très abondante. Draguée aussi à Saint-Suliac.

Obelia longissima Pallas. — Très bien développée dans la chambre de la turbine du moulin de La Richardais, où elle prend insertion sur les tiges de fer de la machinerie, en compagnie de diverses espèces favorisées par le pouvoir réducteur élevé de l'eau. Par analogie, il est possible que cette influence favorisante existe aussi pour cette espèce. En tous cas, elle est certainement

avantagée par l'humidité qui règne dans cette chambre et l'immersion dont la durée est augmentée : car cette espèce ne se trouve normalement qu'en dragages (à Roscoff ; PRENANT et TEISSIER).

Dynamena pumila L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, très abondante en ce point. Favorisée par les variations de salinité (à son contact 35,0 — 15,4), ou plutôt par les matières réductrices ?

Sertularia operculata L. — Mouvements de l'eau, page 173. Cette espèce, dans la région de Roscoff ne se trouve qu'en des points librement exposés à la pleine mer. Dans notre région, elle pénètre dans la Rance jusqu'à Port-Saint-Jean où on la trouve dans la zone littorale et en dragages. Dans la zone littorale, elle affectionne les stations semi-balayées, et, parmi celles-ci, uniquement celles où l'eau est riche en matières réductrices dissoutes (La Briantais, Saint-Suliac, Port-Saint-Jean ; dans la fosse de Port-Saint-Jean le pouvoir réducteur est également très élevé). A la faveur du calme, elle s'y dresse à la face supérieure des pierres, ou sur des pierrailles enterrées dans la vase. Elle est vraisemblablement favorisée par les matières réductrices dissoutes et par les courants ; cette action favorisante des courants, et celle du ressac à laquelle croyaient les auteurs cités, sont peut-être à rapporter en dernière analyse à l'action des substances réductrices : hypothèse analogue à celle que j'ai émise à propos des *Mytilus edulis* (p. 190). Euryhalinité observée : 35,0 — 20,2. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre).

Thuiaria (autrefois *Sertularia*) *argentea* L. — Draguée en Rance à Saint-Suliac et Port-Saint-Jean, où la salinité est variable ; dans la zone littorale, abonde à Port-Saint-Jean, aux niveaux très bas. Salinité : 35,0 — 20,2. A propos de cette espèce, PRENANT et TEISSIER font remarquer un fait curieux : à Wimereux elle est très commune dans la zone littorale ; à Roscoff les auteurs ne l'ont trouvée qu'en dragages, exception faite pour la grotte d'Estellen. Ici je la trouve à découvert comme à Wimereux, mais, dans ces conditions, elle semble être tout à fait localisée.

Hydrallmania falcata L. — Draguée en très grande abondance dans la Rance, à la station le Châtelais-le-Grouin (p. 105), et à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable (p. 106).

Aglaophenia pluma L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, où cette espèce demeure presque toujours immergée dans le courant longeant le flanc B (fig. 5 p. 80). Euryhalinité observée : 35,0 — 10,3.

Plumularia pinnata L. ; *Plumularia echinulata* Lamarck. — Ces deux formes, qui appartiennent vraisemblablement à une seule espèce, ont été draguées par 5 mètres, à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable (p. 106).

Plumularia setacea L. — De même à Saint-Suliac (p. 104).

ANTHOZOAIRES

Actinia equina L. — Rance jusqu'au moulin de Mordreux (p. 120). Espèce ayant une certaine exigence vis-à-vis des mouvements de l'eau, vagues et courants. Il existe un optimum : lorsque les vagues sont trop fortes, l'espèce n'existe plus à découvert, mais seulement dans les fentes. Aux points semi-balayés elle existe à découvert, même sur des parois verticales, ce qui permet de mesurer sa limite d'extension verticale : voir pages 140, 141, 155. Salinité : 35,0 — 14,8 à Port-Saint-Jean, et 6,4 à Mordreux. Dans les cuvettes des rochers, supporte de très fortes variations du pH (9,1 — 7,5) et de la teneur en oxygène dissous (23 mg. 5 — 7 mg. 1). Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice. Les matières réductrices dissoutes ont-elles une influence favorisante ? On peut invoquer le fait que l'espèce prospère surtout dans les cuvettes des rochers, à la sortie des moulins à marées, à Port-Saint-Jean, stations qui toutes sont riches en matières réductrices. Mais il faudrait aussi expliquer sa présence dans les

grottes et les fentes des rochers battus, et ce n'est qu'à titre tout à fait hypothétique qu'on pourrait invoquer, à ce sujet, l'apport de substances réductrices par le renouvellement de l'eau (voir p. 190).

Anemonia sulcata Pennant. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, où l'espèce se trouve à découvert sur les pierres, favorisée par l'absence de ressac et les substances réductrices. Salinité : 35,0 — 15,1. Dans les cuvettes des rochers, supporte de fortes variations du pH, s'élevant à 8,9. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre). Voir page 188 l'influence favorisante des substances réductrices dissoutes.

Tealia felina L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, y supporte de fortes variations de salinité : 35,0 — 14,8. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Bunodes verrucosus Pennant (*gemmacea* Ellis et Sol.). — Abonde dans les cuvettes des rochers du littoral, et y supporte de très fortes variations du pH (9,3 — 7,55) et de la teneur en oxygène dissous (26 mg. — 5 mg. 8).

Sagartia luciae Verrill (dét. de Beauchamp). — J'ai trouvé cette espèce en trois stations très éloignées les unes des autres : 1° A l'archipel des Minquiers en 1925 ; elle était abondante au récif des Maisons, dans la zone des *Fucus serratus*, vers le niveau + 2 mètres. 2° Dans la Rance, à Port-Saint-Jean, en grande abondance ; elle s'y trouve aux niveaux bas (0 à 3 m.), où elle supporte de grandes variations de la salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir la note p. 84) ; elle supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice. 3° Dans un autre estuaire, la rivière de Tréguier, à son confluent avec le Guindy, où existent également de fortes variations de salinité. — Dans mes notes préliminaires je l'avais appelée *Gregoria fenestrata* Gosse. M. P. de Beauchamp, étudiant les échantillons de Port-Saint-Jean, a bien voulu rectifier cette erreur, et me communiquer que la *Sagartia luciae* est une espèce qui, après s'être étendue après 1892 sur les côtes des Etats-Unis, a atteint celles d'Europe et a été signalée successivement en Angleterre, Hollande et Allemagne. Elle est connue comme euryhaline. M. de Beauchamp croit l'avoir déjà aperçue en d'autres régions de notre littoral.

Calliactis effœta L. (autrefois *Sagartia parasitica* Couch). — Dans la Rance, fixée sur les coquilles habitées par les Pagures, se trouve en dragages jusqu'à Port-Saint-Jean ; fixée sur les rochers ou les algues de la zone littorale, se trouve également jusqu'à Port-Saint-Jean. Variations de salinité observées au contact de ces individus fixés sur les berges : Saint-Suliac, 35,6 — 23,7 ; Port-Saint-Jean, 35,0 — 28,2.

Cereus pedunculatus Pennant. — Rance jusqu'à la pointe du Grouin où subit des variations de salinité intermédiaires entre celles de Saint-Suliac et celles de Port-Saint-Jean (p. 76). Dans la vase et les cuvettes situées au voisinage des herbiers, supporte pH 8,5 — 7,7, et teneur en oxygène 14 mg. — 9 mg. 3. Partout où elle habite, l'eau est très réductrice.

Metridium (ou *Actinoloba*) *dianthus* Ellis. — A Port-Saint-Jean, subit certaines variations de la salinité (35,0 — 28,2) et une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre).

Aiptasia Couchi Cocks. — Dans la Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Variations de salinité subies : à Saint-Suliac, 35,6 — 26,9 ; à Port-Saint-Jean, 35,0 — 28,2. Dans les cuvettes des rochers, où elle est très abondante, l'espèce subit de très fortes variations du pH (9,3 — 7,5) et de la teneur en oxygène dissous (22 mg. 8 — 7 mg. 1). Supporte une eau très trouble (Port-Saint-Jean, 2 gr. de cendres par litre) et très réductrice. Voir page 188 l'influence favorisante des substances réductrices dissoutes.

Echinodermes

Asterina gibbosa Pennant. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, en dragages et dans la zone littorale. Salinité : 35,0 — 28,2. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Amphipholis squamata Delle Chiaje. — Dragué en Rance, jusque dans la fosse de Port-Saint-Jean où la salinité est variable et l'eau très réductrice (p. 105).

Paracentrotus lividus Lamarck semble manquer dans notre région. Voir ce que je dis de sa répartition dans un travail antérieur (n° 1, 1928).

Bryozoaires

Cellularia Peachii Busk. — Dét. M. Prenant. Dans le bassin à flot de Saint-Servan (p. 127 et 128). Cette forme est probablement nouvelle pour la faune française (genre et espèce). D'après Hincks on la trouve dans les régions froides, Spitzberg, Labrador, etc., et en Angleterre depuis les Shetland jusqu'à Scarborough (54° latitude). Saint-Servan est situé entre les degrés 48 et 49. D'après Hincks son habitat est normalement en eau profonde : ici aussi elle vit constamment immergée. Peut-être a-t-elle été rapportée des régions nordiques par le *Pourquoi-pas* ?, qui séjourne fréquemment dans le bassin de Saint-Servan (où l'espèce est abondante) et rarement dans celui de Saint-Malo (où elle manque).

Bugula. — Les Bugules sont vraisemblablement favorisées par les matières réductrices (p. 188). *Bugula plumosa* Pallas se trouve à Port-Saint-Jean (p. 92) : salinité 35,0 — 21,8 ; supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Membranipora monostachys Busk, variété *a* = variété *fossaria.* — Extrémité de la Rance (p. 100, 101), canal (p. 113), moulins à marées (p. 118, 121). Salinité : Moulin de la Richardais, 35,0 — 6,4 ; Rochefort, 19,6 — 0,26 ; Le Châtelier, 15,9 — 0,4. Espèce très euryionique : pH 9,0 — 7,8 (Le Chatelier).

Lepralia pallasiana Moll. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, en dragage et dans la zone littorale. Salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Au voisinage des herbiers, supporte des variations du pH : 8,5 — 7,7. Favorisée par les matières réductrices (p. 188).

Crisia denticulata Lamarck. — Rance, draguée jusqu'à Saint-Suliac, et dans la zone littorale jusqu'à Port-Saint-Jean (p. 92). Salinité : 35,0 — 20,2.

Alcyonidium mytili Dalyell. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean (p. 92). Salinité : 35,0 — 30,8.

Alcyonidium polyoum Hassal. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean (p. 92). Salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et à pouvoir réducteur élevé, qui la favorise peut-être (p. 180).

Alcyonidium parasiticum Fleming. — Port-Saint-Jean (p. 92, 105). Espèce probablement nouvelle pour la faune française. Elle a été signalée non loin de France, en Grande-Bretagne dans les provinces de Carnwall et de Devon (Hincks), et sur la côte belge (Loppens). Mais elle n'est pas citée dans les travaux suivants concernant nos côtes : Pergens ; Jullien ; Anthony, deux listes concernant la collection de Saint-Vaast; Gadeau de Kerville (listes de Calvet) ; études de l'estuaire de la Seine par Lennier et Gadeau de Kerville ; faune des îles anglo-normandes par Kœhler ; des côtes S.-O. de la France par P. Fischer. D'après Hincks et Loppens, cette espèce revêt les Hydraires *(Hydrallmania)* ; à Port-Saint-Jean elle est fixée sur les tubes des Sabelles dans la zone des marées, et, en draguant, j'en ai trouvé une colonie aplatie sur un thalle de *Calliblepharis.* Salinité : 35,0 — 14,8. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Vesicularia spinosa L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, en dragages et dans la zone littorale (p. 92, 105). Dans la région de Roscoff Prenant et Teissier ne l'ont trouvée qu'en profondeur. Salinité : 35,0 — 14,8. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Bowerbankia imbricata Adams. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, dans la zone littorale et dans la fosse. Limite supérieure de répartition verticale page 141 et figure 16. Salinité : 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Favorisée par le pouvoir réducteur : p. 387.

Valkeria uva L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, zone littorale et draguée. Salinité : 35,0 — 24,1.

Autres espèces. — Voir pages 104, 105, 107, les listes des Bryozoaires que l'on peut draguer jusque dans des régions où la salinité est variable.

Annélides

Harmothoë impar Johnston, *Eulalia viridis* Muller, *Odontosyllis gibba* Claparède. — Rance (zone littorale) jusqu'à Saint-Suliac, subissent en cette localité les fortes variations de salinité étudiées page 70. Je n'ai pas étudié les dessalures maxima qu'elles peuvent subir.

Polynoe scolopendrina Savigny. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 26,9.

Nereis diversicolor O.-F. Müller. — Euryhalinité considérable, et bien connue. J'ajouterai que l'espèce est très euryionique : pH 9,0 — 7,9 dans le canal de Dinan.

Lumbriconereis impatiens Claparède. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité 35,0 — 22,8.

Amphitrite gracilis Grube. — Rance jusqu'à Saint-Suliac et Garo-Le Grouin, sous des pierres que peut baigner une eau dessalée (21,5 à Saint-Suliac) ; mais l'animal ne doit être atteint que par des dessalures plus atténuées. Voir aussi p. 95 et 179.

Lanice conchilega Pallas. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, zone littorale et draguée. Salinité : 35,0 — 14,8 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Variations du pH (herbiers) : 8,5 —7,7.

Polymnia nebulosa Mont. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 27,6.

Sabella pavonina Savigny. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 14,8 et probablement 4,5 (voir note p. 84). Variations du pH (herbiers, cuvettes de sable vaseux) : 8,5 — 7,7. Action des matières réductrices, p. 185.

Serpula vermicularis L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 23,7.

Mercierella enigmatica Fauvel. — Trouvée pour la première fois en 1922, par Mercier, dans le canal de Caen à la mer, et décrite par Fauvel, cette espèce, dont l'origine est énigmatique, a été retrouvée ensuite, dans les docks de Londres par Monro, et sur la côte méditerranéenne d'Espagne, à Gandia, par Rioja (1924). La région de Saint-Malo, où je l'ai retrouvée (d'abord dans le canal de Dinan, 1925), constitue la quatrième station connue de cette espèce, la deuxième en France. Tout récemment, elle vient d'être découverte en un cinquième point, à l'embouchure d'une rivière de Tunisie, par Seurat.

Dans la région de Saint-Malo elle est répartie dans des stations très variées : dans le canal de Dinan, dans toute la partie terminale de la Rance maritime à partir de Port-Saint-Jean, dans des moulins à marées, dans les bassins à flot de Saint-Malo, Saint-Servan, Granville. En tous ces points elle est extrêmement abondante. Examinons l'influence des divers facteurs sur sa répartition. — *Humidité.* Voir p. 92. — *Mouvements de l'eau.* Dans la plupart des stations l'eau est très calme; cependant, à Port- Saint-Jean, l'espèce existe sur des rochers balayés par les courants. En ce cas les tubes sont appliqués à la pierre, et non dressés. — *Salinité.* Fauvel (*Faune de France*) donne cette espèce comme habitant « dans l'eau saumâtre presque douce des estuaires ou des canaux ». En effet, dans le canal de Caen Le Sénéchal a trouvé comme salinité 2 gr. 44 et Chemin 1 gr. 81 ; à Gandia, Rioja donne également 1 gr. 81. Mais dans notre région l'espèce se montre résistante à des variations beaucoup plus étendues :

Moulin de Bas-Champs	11,9	— 1,6
Canal de Dinan : Le Chatelier	15,4	— 0,26
— à Dinan	15,9	— 0,15
— à Léhon	0,15	— 0,07
Port-Saint-Jean	35,0	— 10,3
Bassin à flot Saint-Malo	35,3	— 32,7
— Saint-Servan	34,7	— 33,1

Il se révèle donc que cette espèce peut vivre dans les conditions les plus variées : non seulement dans l'eau sensiblement douce, mais aussi dans l'eau de mer pure (bassins à flot), et dans l'eau variant brusquement de salinité. Il ne semble pas que l'espèce puisse vivre dans une eau entièrement et constamment douce (p. 179). — *Le pH.* Espèce très euryionique. Dans le canal, supporte pH 9,0 — 7,9. — *Pouvoir réducteur.* P. 189.

Remarque. La répartition de *Mercierella enigmatica* et celle de *Balanus improvisus* sont presque superposables. Il est curieux de constater que le seul Serpulien qui soit zoologiquement proche de *Mercierella*, le *Ficopomatus macrodon*, trouvé en eau saumâtre par Southern, dans la province de Madras, y est de même accompagné d'une Balane, *Balanus amphitrite.*

Potamoceros triqueter L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Variations de salinité, pour les individus vivant *à découvert* (p. 92) à Port-Saint-Jean : 35,0 — 15,1. Variations du pH : 8,5 — 7,7, au voisinage des herbiers. Oxygène dissous : page 54. Pouvoir réducteur : page 189. Vitesse de croissance : le 20 avril 1928, je trouvai dans le plongeoir de Dinard des individus atteignant la taille de 5 centimètres, qu'ils avaient acquise en moins de neuf mois (détails sur les conditions de l'expérience, p. 165).

Spirorbis sp. — Les Spirorbes peuvent supporter de grandes variations de la salinité (35,0 — 15,1 à Part-Saint-Jean) et du pH (9,1 — 7,5 dans les cuvettes à algues calcaires).

Autres espèces. — Voir pages 104, 105, 107, les listes des Polychètes que l'on peut draguer jusque dans des régions où la salinité est variable.

Cirripèdes

Balanus perforatus Brug. — Je rappelle que j'ai étudié ailleurs (1928, n° 1) la répartition générale de cette espèce le long des côtes de la Manche, et montré la raréfaction et la diminution progressive de la taille des individus, aboutissant à la disparition de l'espèce entre Barfleur et le cap de la Hève. Dans la région de Saint-Malo, tout en étant déjà moins prospère que du côté de Roscoff, l'espèce présente cependant un développement encore suffisamment normal pour que l'on puisse y étudier sa biologie.

Dans la Rance, jusqu'à l'extrémité (moulins de Mordreux et de Rochefort).

Influence des mouvements de l'eau. Réputée à juste titre comme favorisée par la vague et les courants (de Beauchamp). Dans la Rance l'action des courants est manifeste. Cependant Prenant et Teissier considèrent que « le choc des vagues ou les courants ne sont pas indispensables à la croissance de ces Balanes. De Beauchamp a reconnu déjà que, haut dans l'estuaire de la Penzé, on trouve, sur les piles du viaduc, des *B. perforatus* particulièrement volumineux; nous les y avons retrouvés sans peine ; nous en avons observé d'autres, très volumineux aussi, dans des points aussi abrités que l'extrême fond de l'anse de Primel, et même le vivier du laboratoire de Roscoff ». Cela montre qu'il suffit de mouvements peu accentués, mais je persiste à croire que des mouvements sont nécessaires. Les piles du viaduc de la Penzé créent vraisemblablement un remous appréciable, au moins en vive-eau. Quant au vivier de Roscoff, on peut le comparer aux réservoirs des moulins à marées : j'ai montré que dans ces derniers on trouvait des *B. perforatus* localisés

au voisinage des orifices de remplissage et de vidage, où existent des courants. Peut-être en est-il de même à Roscoff ? Dans ma région, je n'ai jamais trouvé cette espèce dans des points où l'eau est immobile. Pour la limite inférieure du courant nécessaire, voir p. 172. Pour la limite supérieure, voir p. 119.

Limite supérieure de répartition verticale. Voir p. 140, 141 et figure 16. Voir aussi p. 159.

Salinité : PRENANT et DUVAL considèrent que l'espèce ne peut subir que des additions modérées d'eau douce. Ils invoquent cette sensibilité à l'eau douce (qui se manifesterait surtout chez les jeunes) pour expliquer certains traits de sa répartition. Cependant elle se développe très bien dans des stations où la salinité est très variable. Port-Saint-Jean 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (voir note p. 84) ; moulin de Mordreux, 6,4 ; moulin de Rochefort 5,5, en été ; en ce dernier point, il semble que l'espèce disparaît dans les périodes où l'eau est presque douce. Voir aussi p. 179.

pH. — A Rochefort, l'espèce supporte pH 9,1 — 8,0.

Pouvoir réducteur. — Voir p. 190.

Matières suspendues. — L'espèce supporte une eau très trouble, donnant 2 gr. de cendres par litre.

Balanus improvisus Darwin. — Dans toute la Rance maritime, et canalisée, jusqu'au delà de Dinan, à proximité de l'écluse de Léhon. Prospérité maxima, de part et d'autre de l'écluse du Chatelier.

Influence de l'humidité. Voir p. 94.

Mouvements de l'eau. L'espèce, dont le test est fragile, est peut-être défavorisée par le ressac. Mais elle résiste bien à des courants accentués : à Port-Saint-Jean elle vit à découvert en des points balayés par un courant de 70 à 100 centimètres-seconde en vive-eau ; à Rochefort et à la sortie du moulin de Bas-Champs, elle vit sous la chute d'eau sortant des portes du moulin. D'autre part elle peut vivre dans une eau immobile : PRENANT et TEISSIER l'ont déjà noté, l'ayant trouvée enfoncée dans la vase. De même elle prospère dans le canal de Dinan où les mouvements sont insensibles.

Salinité. Espèce connue pour supporter de fortes dessalures. Trouvée par PRENANT et DUVAL dans une eau de salure 3 à marée basse. Dans le canal de Caen à la mer, le *B. amphitrite* de LE SÉNÉCHAL, qui est en réalité *B. improvisus*, supporte 2 gr. 4 de sels, et CHEMIN a trouvé postérieurement 1 gr. 8 au pont de Bénouville où ces Balanes sont abondantes. Dans notre région, elles peuvent subir des dessalures encore plus accentuées, et aussi subir des variations considérables et rapides de la salinité : Port-Saint-Jean 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (note p. 84) ; moulin de La Richardais, 35,0 — 6,4 ; moulin de Rochefort 20,2 — 0,26 ; moulin de Bas-Champs 11,9 — 1,6 ; Le Chatelier 15,4 — 0,26 ; Dinan 15,9 — 0,15 ; sous l'écluse de Léhon, où s'arrête l'espèce, 0,07 le 9/4/26.

Le pH. Espèce très euryionique. Canal de Dinan: pH 9,0 — 7,8 au Chatelier, et pH 9,0 — 7,3 sous l'écluse de Léhon.

Pouvoir réducteur. Voir p. 189.

Matières en suspension. Supporte une eau très trouble, laissant 2 gr. de cendres par litre.

Balanus crenatus Brug. — Rance jusqu'à Rochefort. Prospérité maxima à Port-Saint-Jean et dans les bassins à flot. Salinité : PRENANT et TEISSIER considèrent (p. 11) que « la dessalure exclut absolument les *B. crenatus* ». Cependant, dans notre région, l'espèce se révèle très euryhaline : à Port-Saint-Jean, 35,0 — 10,3 et probablement 4,5 (note p. 84) ; moulin de Mordreux 6,4 ;

moulin de Rochefort 20,2 — 0,45 ; La Hisse-Rochefort, 19,6 — 0,32. Espèce euryionique : au moulin de Rochefort, pH 9,0 — 8,0. Les matières réductrices ont vraisemblablement une influence favorisante, car partout où on trouve l'espèce bien développée, le pouvoir réducteur est élevé : sous les pierres reposant sur la vase ou dans les herbiers, dans les bassins à flot où l'espèce atteint une taille magnifique, à Port-Saint-Jean où il en est de même, à Rochefort, dans les moulins à marées. Je ne connais pas d'autre facteur pouvant expliquer cette distribution : ni la dessalure, qui n'existe pas dans les bassins à flot ; ni l'humidité, puisqu'à Port-Saint-Jean l'espèce vit à découvert, ce qui contredit l'opinion de PRENANT et TEISSIER qui la croyaient très exigeante au point de vue de l'humidité; ni les particularités du pH ou de l'oxygène dissous; ni les matières suspendues qui font défaut dans les bassins à flot.

Balanus balanoides L. — Je rappelle que j'ai traité précédemment (1928, n° 1) de la distribution générale de cette espèce le long des côtes de la Manche et de la façon dont elle se substitue au *Chthamalus stellatus*.

Dans la Rance, jusqu'au moulin de Rochefort.

Limite supérieure d'extension verticale, voir chapitres II et III de la 3e partie. Résistance à l'immersion, p. 166. L'espèce peut vivre immergée dans les cuvettes des rochers, cependant l'émersion a une influence favorisante que met en évidence l'étude du bassin à flot de Granville (p. 127).

Les mouvements de l'eau, vagues et courants, favorisent évidemment l'espèce. En ce qui concerne les courants, la chose est particulièrement nette à l'extrémité de la Rance. Mais les mouvements de l'eau ne sont pas indispensables, puisque l'espèce prospère dans le bassin de Granville, même à l'opposé des portes.

Salinité. PRENANT et TEISSIER disent que « la dessalure exclut absolument le *Balanus balanoides*... Son extrême sensibilité à l'eau saumâtre est d'ailleurs déjà signalée par DARWIN ». En réalité l'espèce se montre extrêmement euryhaline. Port-Saint-Jean : 35,0 — 14,8 ; moulin de Rochefort : 20,2 — 0,45. Limite de dessalure, voir p. 122.

Très euryionique. Au moulin de Rochefort, pH 9,0 — 8,0 ; dans les cuvettes de sable vaseux, pH 8,5 — 7,7 ; dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,5.

Oxygène. Cuvette des rochers, 26 mg. 0. — 5 mg. 8.

Pouvoir réducteur, voir p. 191.

Matières suspendues. Supporte une eau très trouble (Port-Saint-Jean, Rochefort).

Chthamalus stellatus Poli. — Je rappelle que j'ai parlé ailleurs (n° 1, 1928) de la répartition générale de cette espèce le long des côtes de la Manche, et du processus de sa raréfaction aboutissant à sa disparition entre Granville et le cap de la Hague. Répartition dans la Rance : jusqu'au moulin de Rochefort.

Influence des mouvements de l'eau : on sait que les vagues favorisent l'espèce ; en l'absence de vagues, dans la Rance, les courants sont nécessaires ; mais, même en un point aussi balayé que Cancaval, les courants ne déterminent pas une abondance comparable à celle qu'on observe sur les points très battus (tandis qu'en ce qui concerne *Balanus balanoides* l'effet des courants est entièrement comparable à celui des vagues). Les mouvements de l'eau sont-ils nécessaires ? Si je m'en tiens à l'étude faite dans ma région, je crois pouvoir dire qu'ils sont encore plus nécessaires que pour les *B. perforatus*, car je n'ai rencontré de Chtahamales qu'en des points où existaient, soit le ressac, soit des remous, soit des courants accentués. Mais je suis peut-être mal placé pour étudier la biologie de cette espèce, puisque, dans cette région, elle est en voie de raréfaction et s'éteint à peu de distance au N.-E.

Influence de l'humidité. Pour la limite supérieure d'extension verticale, voir p. 140 et fig. 16. Humidité résiduelle et surajoutée : p. 152 et 155. La limite supérieure de l'espèce n'est pas bien tranchée : on passe d'une population dense à une population clairsemée, et cette dernière disparaît progressivement. J'ai signalé (p. 36) que les individus «isolés» ne sont pas morphologiquement identiques aux individus groupés en association dense : ils sont de plus grande taille, et les côtes du test sont mieux marquées. Sans qu'il s'agisse de deux variétés bien distinctes, l'une plus résistante à la sécheresse, grande et nettement costulée, l'autre moins résistante, plus petite et à test plus fragile, on constate cependant ici que la « variation » physiologique (voir p. 154) s'accompagne d'une certaine variation morphologique.

L'immersion permanente prolongée pendant 12 mois, ne fait pas disparaître l'espèce (p. 167).

Salinité. Son euryhalinité est connue. Prenant et Duval montrent qu'elle supporte une dessalure allant jusqu'à 1 environ. A Rochefort, j'ai observé 20,2 — 0,45.

Espèce très euryionique : à Rochefort, pH 9,0 — 8,0.

Pouvoir réducteur, voir p. 191.

Malacostracés

Sphæroma serratum Fabr. — Rance, jusque dans le canal de Dinan. A déjà été trouvé dans des milieux comparables, notamment dans le canal de Caen (Le Sénéchal). Salinité : 15,9 — 0,42. Espèce très euryionique : pH 9,0 — 7,8 dans le canal ; pH 9,3 — 7,55 dans les cuvettes des rochers ; variations de la teneur en oxygène : 26 mg. 0 — 5 mg. 8.

Cymodocea truncata Leach. — Je signale, sans pouvoir l'expliquer, le fait que cette espèce, extrêmement abondante aux Minquiers dans les souches des Laminaires, déjà moins commune sur le littoral de Saint-Malo, semble être rare, ou même faire défaut, dans la Rance.

Ligia oceanica L. — Pénètre jusqu'à l'extrémité de la Rance, aux divers points « balayés », Rochefort, moulins de Bas-Champs, etc. Devant le laboratoire de Saint-Servan, les Lygies peuvent se rencontrer assez loin de la mer, dans des excavations creusées dans des bornes de granit placées à 20 mètres du quai, et y nager avec aisance dans l'eau douce (0 gr. 17 pour mille le 22/3/28).

Amphipodes. — De nombreuses espèces d'Amphipodes sont connues pour habiter des milieux très variés, aussi la plupart des espèces de la Rance n'appellent-elles pas de remarques particulières. Je me contente de rappeler que j'ai dragué à Saint-Suliac, où la salinité est susceptible de varier, quelques espèces franchement marines (liste p. 105).

Crangon vulgaris Fabr. — Je ne fais que confirmer l'euryhalinité de cette espèce. Prenant et Duval la signalent dans une eau de salinité 2,6. Dans le moulin de Bas-Champs, elle subit 1,3.

Palemon squilla Fabr. — Rance, jusqu'à Port-Saint-Jean, draguée, et prise au haveneau dans une eau de salinité 15,1. Trouvée jusqu'à Rochefort, un jour où l'eau y était assez salée (25,7). Espèce euryionique : dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,55 ; oxygène dissous : 26 mg 0 — 5 mg. 8.

Palemonetes varians Leach. — Cette espèce, qui vit très bien dans une eau à salinité toujours normale (bassin de Saint-Malo) est connue d'autre part pour son euryhalinité. Canal de Dinan, 15,9 — 0,26. En ce dernier point elle se révèle très euryionique : pH 9,0 — 7,8.

Homarus vulgaris Edw. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. En avril 1928, j'ai vu un pêcheur extraire un Homard adulte d'un rocher baigné par une eau de salinité 26,9.

Galathea squamifera Leach. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité 35,6 — 23,7.

Porcellana platycheles Penn. — Des plus communes à l'entrée de la Rance (La Briantais), devient fort rare à partir de Saint-Suliac. On sait que les modifications qui apparaissent dans

cette région sont le trouble de l'eau d'une part, la dessalure d'autre part. Comme l'espèce ne craint évidemment pas la vase (elle abonde en général sous les pierres reposant sur la vase), c'est à la dessalure qu'on peut attribuer, à titre hypothétique, sa raréfaction et sa disparition.

Porcellana longicornis Penn. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, dans la zone littorale et draguée. Salinité : 35,0 — 17,7. Variations du pH au voisinage des herbiers : pH 8,5 — 7,7.

Eupagurus bernhardus L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, dans la zone littorale et en dragage. Salinité : 35,0 — 15,1. Variations du pH, herbiers : 8,5 — 7,7 ; cuvettes des rochers : 9,3 — 7,55 ; oxygène dissous : 26 mg. 0. — 5 mg. 8.

Pagurus cuanensis Thomps. — Dragué à Port-Saint-Jean où la salinité est variable.

Stenorynchus phalangium Penn. — Dragué jusqu'à Port-Saint-Jean ; dans la zone littorale, jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 26,9. Variation du pH, au voisinage des herbiers : 8,5 — 7,7

Inachus dorynchus Leach. — Même répartition, et mêmes variations de salinité.

Pisa Gibbsii Leach. — Dragué en Rance jusqu'à Saint-Suliac, où la salinité est variable.

Maia squinado Rond. — De même en ce qui concerne les individus adultes ; à l'état jeune, dragué jusqu'à Port-Saint-Jean.

Cancer pagurus L. — Dragué à Saint-Suliac et Port-Saint-Jean ; dans la zone littorale jusqu'à Garo-Le Grouin. Voir page 77 pour les variations de salinité.

Pilumnus hirtellus Leach. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,6 — 26,9.

Carcinus maenas Pennant. — Connu pour son euryhalinité. Port-Saint-Jean 35,0 — 10,3 ; entrée du moulin de Bas-Champs, 11,9 — 1,6 ; canal de Dinan, 15,9 — 0,26. Prenant et Duval en ont trouvé, à Penzé, dans une eau à peu près rigoureusement douce, mais notent qu'ils « n'y passent certainement pas les sept ou huit heures que dure en ce point la marée basse : maintenus dans l'eau douce, ils y périssent avant ce temps ». Cependant, dans le canal de Dinan, l'eau demeure sensiblement douce pendant plusieurs jours de suite en morte-eau en saison humide, et ces Crabes y vivent très bien. Ils s'y montrent aussi très euryioniques : pH 9,0 — 7,8. C'est une des espèces les plus accommodantes au point de vue des matières organiques : pouvoir réducteur 165 dans une eau fétide près de la tour Solidor, 112 dans le réservoir du moulin de Bas-Champs, 300 à 400 dans le canal.

Portunus arcuatus Leach. — Dragué jusqu'à Saint-Suliac et Port-Saint-Jean, où la salinité est variable.

Pachygrapsus marmoratus L. — Je signale que jusqu'ici je n'ai pas rencontré cette espèce, ni dans la Rance, ni sur le littoral avoisinant Saint-Malo, ni à Chausey, ni aux Minquiers. Ce Crabe, très commun en Méditerranée et dans le golfe de Gascogne, se trouve encore facilement sur la côte sud de Bretagne. A Roscoff, Pruvot le cite en 1897 ; mais, en 1914, de Beauchamp considère qu' « il manque à Roscoff, où l'on en a pris une ou deux fois un exemplaire, peut-être importé par un homardier ». Depuis lors, l'espèce y a été retrouvée à diverses reprises, et n'y est plus considérée comme rare. S'agit-il d'une forme en voie d'extension dans la Manche ? Et quelle est la limite actuelle de sa répartition ? Tel est le problème que j'ai souvent entendu poser de vive voix par divers naturalistes. C'est pourquoi je l'ai recherchée ici, et signale le résultat négatif de ces recherches. Mais il convient de citer un renseignement qui semble être passé inaperçu : en 1908 on trouve cité le *Grapsus marmoratus* parmi les espèces entrées dans la collection de Saint-Vaast (Anthony), avec la mention : « Crustacé rare à Saint-Vaast, recueilli et déterminé par M. A.-E. Malard ». On voit que sa limite doit être recherchée beaucoup plus à l'Est qu'on ne le pense communément.

Insectes

Cybister laterimarginalis Degeer. — Ce Coléoptère peut supporter une certaine salure. Dans le réservoir du moulin de Bas-Champs, je l'ai pêché dans une eau tenant 4 gr. 5 de sels pour mille. D'autre part, le 11 juillet 1927, un pêcheur de Cancale en prit un en mer, au large de l'île des Landes. Il le conserva dans une cuvette d'eau de mer et me le remit le 18 juillet. Je le conservai encore 3 semaines dans l'eau de mer non renouvelée.

Arctocorisa lugubris Fieb. — Cet Hémiptère est très abondant dans le canal de Dinan. Salinité : 15,9 — 0,26. Déjà connu pour faire partie de la faune des eaux saumâtres (voir R. Poisson). Très euryionique : canal de Dinan, pH 9,0 — 7,8.

Mollusques

Sepia officinalis L. Les seiches viennent pondre, en nombre immense, sur les fonds de Saint-Suliac, où les œufs sont accrochés aux Zostères, et surtout dans la fosse de Port-Saint-Jean, où ils sont accrochés aux tubes de Sabelles. Il n'est pas impossible que les qualités particulières de l'eau en ces points (salinité et pH légèrement variables, et surtout pouvoir réducteur élevé) ne jouent un rôle dans la migration des adultes vers les lieux de ponte, le déclenchement de la ponte et le développement des œufs.

Octopus octopodia L. — On sait que l'abondance des Pieuvres à la côte varie avec la température. Elles étaient très abondantes dans les étés de 1925 et 1928, qui furent chauds, plus rares en 1926, et, en 1927, où l'été fut particulièrement froid et pluvieux, elles n'apparurent qu'en septembre. Remontent couramment à Saint-Suliac, rarement à Port-Saint-Jean.

Oncidiella celtica Cuv. (Pulmoné). — Abondant aux points modérément battus, mais prospère encore mieux sur les rochers abrités des vagues et soumis à des courants d'une certaine vitesse (Bizeux sauf le flanc nord ; Cancaval ; La Passagère ; pointe Bay du Put ; Garo). En tous ces points, habite des niveaux élevés et n'est baignée que par de l'eau à salinité normale. Supporte, à Garo, une eau assez trouble et assez réductrice.

Leuconia (Alexia) bidentata Montagu (Pulmoné). — Voir page 180.

Doris tuberculata Cuv. (Opisthobranche). — Rance jusqu'à Saint-Suliac dans la zone littorale, et dragué jusqu'à Port-Saint-Jean (voir p. 107). Salinité 35,6 — 26,9. Variations du pH (herbiers), 8,5 — 7,7. Supporte une eau très réductrice (22 à 24, fosse de Port-Saint-Jean).

Polycera quadrilineata Müller (Opisthobranche). — Très abondant à l'entrée de la Rance, manque à Saint-Suliac, sauf l'été, et au delà en toute saison. Probablement sensible à la dessalure. Variations du pH (herbiers) : 8,5 — 7,7.

Eolis papillosa L. (Opisthobranche). — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean : salinité 35,0 — 30,2 ; 35,3 — 23,7 à Saint-Suliac. pH 8,5 — 7,7 dans les herbiers. Supporte une eau très trouble.

Haminea navicula Da Costa (Opisthobranche). — Dans le canal de Dinan, salinité : 15,9 — 0,42 ; pH 9,0 — 7,9. En toutes les stations où elle a été trouvée, soit par Dautzenberg et P. Fischer dans la région de Roscoff, soit par Dautzenberg et Durouchoux et par moi-même dans la région de Saint-Malo, elle trouve un milieu riche en matières organiques (herbiers, plages assez riches en vase, bassins à flot, canal).

Buccinum undatum L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 32,4.

Nassa reticulata L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, zone littorale et draguée. Salinité : 35,0 — 14,8. pH 8,5 — 7,7 (herbiers). Influence des matières réductrices, page 185.

Nassa incrassata Strom. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 23,7. pH (dans les herbiers) 8,5 — 7,7.

Ocinebra erinaceus L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac et Garo-Le Grouin. Salinité 35,3 — 23,7. Ne semble pas pouvoir supporter de très fortes dessalures (voir p. 179).

Ocinebra aciculata Lamarck. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean : salinité 35,0 — 24,1 ; 35,3 — 23,7 à Saint-Suliac. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Pupura lapillus L.— Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 22,8. Dans les cuvettes du littoral, pH 9,3 — 7,45; oxygène 26 mg. — 5 mg. 8. Les pontes supportent ces mêmes variations. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre) et très réductrice.

Cypraea arctica Solander. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 27,6.

Bittium reticulatum Da Costa. — Dans le moulin de Bas-Champs, supporte une eau à très faible salure : 2,8.

Littorina littorea L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Espèce particulièrement abondante sur les parois balayées, où le courant semble la favoriser, tandis que les vagues lui sont contraires. Salinité : 35,0 — 20,2. Dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,45 ; oxygène 26 mg.0 — 5 mg. 8. Supporte une eau très trouble : 2 gr. de cendres par litre ; et une eau fétide (p. 54). Il semble que l'espèce soit favorisée par les matières réductrices dissoutes : le maximum de taille est atteint à Port-Saint-Jean et dans le réservoir du moulin de La Richardais, et le maximum de fréquence là où l'eau est activement renouvelée par le courant (Cancaval) : le cas serait analogue à celui des Moules, Balanes, Chtahmales (p. 190).

Littorina saxatilis Olivi. — Rance jusqu'à Mordreux. Limite supérieure de répartition verticale, voir p. 140, 155 figure 16, et p. 159. Ces mesures ont été faites en ne tenant pas compte des individus situés dans des fentes, dépressions, etc., et même en ne tenant compte que de ceux qui se trouvaient éloignés de tout abri, donc condamnés à passer toute la durée de la marée basse sur des parois découvertes. Dans ces conditions, l'espèce ne remonte pas très haut. L'opinion courante, d'après laquelle elle remonte jusqu'à la limite de la zone des marées, n'est vraie qu'en ce qui concerne les points très battus. Salinité : Port-Saint-Jean 35,0 — 28,9 ; Mordreux 35,0 — 17,7. pH 9,3 — 7,55, dans les cuvettes des rochers ; oxygène 26 mg. 0 — 5 mg. 8. Supporte une eau assez trouble et très réductrice.

Littorina neritoides L. — Rance, au moins jusqu'à Garo (dans les touffes de *Lichina*), demeure à un niveau trop élevé pour être exposé à la dessalure.

Littorina obtusata L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 30,2. Supporte une eau très trouble et très réductrice.

Rissoa parva Da Costa. — Supporte la salinité 2,76, pour mille (moulin de Bas-Champs).

Peringia ulvae Pennant. — Voir p. 180.

Calyptra chinensis L. — Zone littorale jusqu'à Saint-Suliac, et dragué jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,3 — 30,2 (Saint-Suliac). Il est possible que l'espèce ne puisse supporter de fortes dessalures : en effet, à Saint-Suliac, je ne l'ai trouvée que sur le flanc nord de la pointe Grainjolais, où les dessalures sont faibles ; et, sur le flanc sud où les dessalures sont beaucoup plus fortes, elle paraît manquer, sans autre raison apparente. Dans la fosse de Port-Saint-Jean, elle n'est exposée qu'à des dessalures modérées. Supporte une eau très réductrice.

Lamellaria perspicua L. — Zone littorale jusqu'à Saint-Suliac. Dragué jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 32,4. Supporte une eau très réductrice.

Phasianella pullus. — Abondante à l'entrée de la Rance (Cancaval) où la salinité est normale, paraît manquer à Saint-Suliac, etc. : peut-être sténohaline.

Gibbula magus L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 23,7.

Gibbula cineraria L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 30,2. Dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,55 ; oxygène 26,0 — 5,8. Supporte une eau très trouble et très réductrice.

Trochocochlea lineata Da Costa. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Sa limite supérieure de répartition sur paroi verticale, imprécise puisqu'il s'agit d'un organisme non fixé, peut se situer approximativement au voisinage de celle des *Lichina pygmæa* et *Patella conica*, au voisinage du niveau moyen des pleines mers de morte-eau. Salinité : 35,0 — 28,9. Dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,55 ; oxygène 26 mg. 0. — 5 mg. 8.

Calliostoma conuloides Lamarck. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 27,6. Les vagues lui sont contraires, mais les courants semblent la favoriser. Je ne l'ai jamais trouvée dans une eau chargée d'abondantes matières en suspension ; mais les matières organiques dissoutes ne lui nuisent certainement pas : très abondante à proximité des herbiers, La Briantais, etc.

Gibbula umbilicalis Da Costa. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Sa limite supérieure de répartition sur paroi verticale, imprécise, puisqu'il s'agit d'un organisme non fixé, peut se situer approximativement au voisinage de celles des *Balanus balanoides*, *Patella vulgata communis*, *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum* : entre le niveau inférieur et le niveau moyen des pleines mers de morte-eau. Salinité : 35,0 — 29,8 au moulin de La Richardais ; 35,0 — 20,2 à Port-Saint-Jean. Dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,55 ; oxygène, 26 mg. 0 — 5 mg. 8. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre), et très réductrice, même fétide (pouvoir réducteur 165). C'est l'un des organismes les plus tolérants à tous égards.

Calliostoma exasperatum Pennant. — Variations du pH (herbiers) : 8,5 — 7,7.

Haliotis tuberculata L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac et Garo-Le Grouin. Salinité : 35,3 — 29,2. Son absence à Port-Saint-Jean est due vraisemblablement, soit à la dessalure, soit aux matières en suspension.

Fissurella mamillata Risso. — Draguée jusqu'à Saint-Suliac, où la salinité est variable.

Acmaea virginea Müller. — Draguée à Saint-Suliac et jusqu'à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable et l'eau très réductrice.

Patelles. — Voir page 37 l'importance bionomique des différentes espèces et variétés de Patelles. Pour apprendre à les distinguer facilement on consultera avec fruit les travaux de Ph. Dautzenberg et P. Durouchoux (1906 et 1913). Les Patelles sont parmi les rares espèces communes, pour lesquelles mon étude n'apporte aucun indice d'une influence favorisante des matières réductrices dissoutes. Et pourtant, en ce qui les concerne, cette influence favorisante semble particulièrement plausible *a priori*. Car on ne voit pas bien comment se nourrissent les innombrables Patelles qui habitent les rochers battus, sinon avec des matières organiques dissoutes. Il est établi que les Patelles peuvent se nourrir d'Algues lorsque leur habitat en présente (voir Henri Fischer). Mais les rochers battus en sont dépourvus. Et l'absorption des éléments du plakton ne doit pas être des plus faciles, à en juger par l'anatomie de ces animaux.

Patella vulgata L. — Il sera question d'abord de la forme courante ; les variétés viendront ensuite. Rance jusqu'à Port-Saint-Jean et Plouer. Limite supérieure de répartition verticale, voir pages 140, 141, fig. 16 p. 155, p. 159. Les mouvements de l'eau favorisent les Patelles, peut-être seulement d'une façon indirecte (suppression des Fucacées) ; les courants jouent le même rôle que les vagues ; au delà d'une certaine limite, l'action des vagues devient nocive (p. 37 et 174). Salinité : 35,0 — 15,1 (Port-Saint-Jean). Influence nocive des fortes dessalures, voir p. 179. Dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,5 ; oxygène, 23 mg. 5 — 7 mg. 1. Supportent une eau très trouble : 2 gr. de cendres par litre.

P. vulgata L. var. *conica* Brown (*elevata* Jeffreys ; *hypsilotera* Locard). — Rance jusqu'à Plouer et occasionnellement jusqu'à Rochefort. Limite supérieure de répartition verticale, voir pages 138, 140, 146, figure 16 p. 155, p. 159. Cette variété n'est pas confinée aux niveaux élevés. On la rencontre jusqu'au niveau des basses mers de morte-eau, et peut-être plus bas encore. D'ailleurs, elle est très résistante à l'immersion permanente (p. 166). Mouvements de l'eau : comme pour la *P. vulgata* typique. Salinité : 35,0 — 17,0 (Port-Saint-Jean). Dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,5 ; oxygène dissous 26 mg. 0 — 5 mg. 8. Prospérité maxima : dans certaines conditions, le développement est magnifique. Lorsqu'on passe, sur une paroi rocheuse, d'une région occupée par des *Fucus* à une région occupée par des *Balanus balanoides*, on constate qu'il existe parfois une bande de terrain, large de quelques décimètres, qui forme « zone neutre » où ne pénètrent ni les Algues ni les Cirripèdes. Ceci s'observe parfois sur les rochers battus (le Décollé, flanc est), et souvent sur les rochers balayés (extrémité de la pointe de Cancaval, en particulier). Cet étroit espace est peuplé de Patelles innombrables : *P. vulgata* var. *conica* vers le haut, et *major* vers le bas. Les *conica* surtout pullulent, au point qu'il n'est pas rare de trouver, par décimètre carré, 10 individus de 3 centimètres de longueur en moyenne. Ces Patelles forment une bande blanche, visible de très loin entre le brun des Fucus et le gris des Cirripèdes. Remarquons que cette zone se trouve dans des conditions très étroitement définies en ce qui concerne les mouvements de l'eau : elle se trouve soumise à la vitesse maxima de courant tolérée par les Algues. Doit-on supposer que c'est cette condition qui constitue l'optimum pour les Patelles ? Je crois plutôt que l'explication doit être cherchée du côté des phénomènes de concurrence : dans cette zone les Patelles sont à l'abri de la concurrence des Algues et en même temps de celle des Cirripèdes.

P. vulgata L. var. *major* Dautz et Dur. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Nettement favorisée par les vagues et les courants. Prospérité maxima, exactement dans les mêmes conditions que la variété précédente, mais à un niveau plus bas. Limite supérieure de répartition verticale, voir pages 142, 155 (fig. 16), 166 : cette variété se tient au-dessous du niveau des basses mers de morte-eau. Cette limitation de l'habitat n'est pas des mieux tranchées, et une question se pose à ce sujet, Aux Minquiers, lors de l'exploration effectuée avec P.-H. Fischer (1925), nous avons noté que des *P. major* se rencontrent jusqu'aux niveaux les plus élevés, parmi les *P. conica* et plus haut encore. Depuis lors, j'ai pu constater qu'il en est de même à Chausey (île aux Oiseaux, Grande-Ile, etc.). Ceci nécessite quelques explications. Les Patelles en question appartiennent par leur taille (50 à 60 mm.) à la var. *major*, et par leur forme élevée, à la var. *conica*. Elles ont été déterminées d'après les exemplaires de *P. major* de la collection que M. Dautzenberg a donnée au laboratoire de Saint-Servan. L'un de ces exemplaires, provenant de l'île des Ehbiens, se trouve absolument dans le même cas (*major* par la taille, *conica* par la forme). Ces deux variétés paraissent donc étroitement apparentées. Tous les échantillons de l'une ou l'autre variété que j'ai pu examiner ont en commun le caractère suivant : lorsqu'on détache l'animal de la coquille, on peut constater que la trace de toutes les attaches reste parfaitement visible sur le test, où elle forme un dessin blanc des plus nets ; par contre, chez la *P. vulgata* typique, il ne reste généralement qu'une tache blanche assez réduite, dans la région du sommet. En outre, le test des var. *conica* et *major* est, en général, suffisamment épais, et nacré à l'intérieur, pour que les bandes de coloration, alternativement foncées et claires, ne soient visibles que sur les bords ; tandis que les coquilles des *P. vulgata* typiques laissent voir le plus souvent ces bandes sur toute la face interne de la coquille. En dépit de ces caractères communs, les deux formes restent suffisamment dissemblables, et le passage de l'une à l'autre est, dans la nature, suffisamment brusque (même dans les bandes de prospérité maxima, peuplées densément de *conica* en haut et de *major* en bas), pour qu'elles s'imposent comme

des variétés distinctes. Je ne suis pas en mesure d'expliquer pourquoi, en certains lieux (qui tous se trouvent être des îles), les individus de la var. *conica* peuvent atteindre la taille exceptionnelle des *major*.

Les dimensions *major* (50 à 60 mm.) peuvent d'ailleurs être également acquises par des *Patella vulgata* typiques. C'est le cas sur les murailles, extérieures et intérieures, des moulins à marées de la Rance. Ces exemplaires restent bien distincts de la var. *major*. Leur coquille, à côtes fines et sub-égales, est peu épaisse, les bandes de coloration sont bien visibles de l'intérieur (dans le cas, qui est fréquent, où elles appartiennent à la var. de coloration *secernenda* Dautz., une teinte noire uniforme remplace l'alternance des bandes claires et sombres), et les attaches de l'animal ne laissent à l'intérieur de la coquille qu'une tache peu étendue. Ces individus peuvent, bien entendu, se trouver à des niveaux beaucoup plus élevés que ceux où reste la var. *major*.

Salinité : 35,0 — 23,7. Influence nocive possible des fortes dessalures voir page 179. Matières suspendues : jusqu'ici je n'ai pas trouvé cette variété dans des stations où l'eau soit très trouble.

Patella intermedia Jeffreys. — Rance jusqu'à Saint-Suliac et Garo. Limite supérieure de répartition verticale : la même pour les deux variétés *splendida* Dautz. et Dur. et *Taslei* Mabille. Voir pages 142, 155 figure 16, 166. Un peu plus exigeante que *P. vulgata* vis-à-vis des mouvements de l'eau, vagues et courants. Un ressac trop fort est nettement défavorable. Salinité : à Saint-Suliac pour la var. *Taslei*, 35,6 — 23,7 ; la var. *splendida* semble ne s'y trouver qu'à un niveau plus élevé que n'atteint pas l'eau dessalée. C'est vraisemblablement la dessalure qui empêche l'espèce d'atteindre Port-Saint-Jean. Dans les cuvettes des rochers, pH 9,3 — 7,5 *(Taslei* et *splendida)* ; oxygène 22 mg. 5 — 6 mg. 4 *(Taslei)*.

Patella depressa Pennant. — Dans notre région, l'espèce est surtout représentée par sa var. *athletica*. Rance jusqu'à Saint-Suliac et Garo. Limite supérieure de répartition verticale, voir pages 142, 155 figure 16, 166. Assez exigeante vis-à-vis des mouvements de l'eau, vagues ou courants. Les vagues trop fortes deviennent nocives. Salinité : exactement comme pour *P. vulgata* var. *major*. C'est la Patelle la plus abondante dans les cuvettes des rochers : pH 9,3 — 7, 5 ; oxygène, 27 mg. 2 — 5 mg. 8.

Lepidopleurus cancellatus Sowerby (Polyplacophore). — Dragué à Saint-Suliac, où la salinité est variable.

Ischnochiton cinereus L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 23,7 (Saint-Suliac).

Acanthochites discrepans Brown. — Jusqu'à Saint-Suliac et Garo.

Anomia ephippium L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean. Salinité : 35,0 — 26,9 (Saint-Suliac). — Substances réductrices dissoutes, voir page 188.

Chlamys varia L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 26,9. Matières réductrices dissoutes, page 188.

Pecten maximus L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 32,4.

Mytilus edulis L. var. *galloprovincialis* Lamarck. — Je rappelle que j'ai étudié ailleurs (n° 1, 1928) la répartition générale de cette espèce le long des côtes de la Manche. Dans la Rance, jusqu'au moulin de Mordreux. Limite supérieure de répartition verticale, voir page 140, 141, 150, 155 figure 16. Salinité : Port-Saint-Jean, 35,0 — 24,1 ; Mordreux, 6,4. Dans les cuvettes des rochers, pH 8,9. Influence des matières réductrices dissoutes, voir page 190. Supporte une eau très trouble : 2 gr. de cendres par litre. Vitesse de croissance : Dautzenberg et Durouchoux (Faunule malacologique des environs de Saint-Malo, p. 17) rapportent cette observation : « Sur la coque du yatch *Bonite*, mouillé dans le bassin de Saint-Servan et qui avait été nettoyé à fond en août 1896, nous avons recueilli, en juin 1897, des paquets de *Mytilus* qui, pendant cette période de 10 mois,

avaient atteint une taille de 5 centimètres de longueur... Cette forme est exactement celle de la var. *dilatata* du *Mytilus galloprovincialis*». De mon côté, dans le bassin de natation de Dinard, qui a été construit sur des rochers ne portant pas de *Mytilus*, j'ai constaté l'apparition d'individus appartenant également à la var. *galloprovincialis*, et acquérant, dans un délai maximum de 9 mois, la taille maxima de 54 millimètres.

Volsella (ou *Modiola*) *barbata* L. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,0 — 29,8 au moulin de La Richardais ; 35,3 — 23,7 à Saint-Suliac.

Nucula nucleus L. — Dragué jusqu'à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable et le pouvoir réducteur très élevé.

Lasaea rubra Montagu. — Accompagne les *Lichina pygmæa* dans la Rance jusqu'à Garo.

Cardium edule L. — A Port-Saint-Jean, de nombreux individus sont situés entre les pierrailles, sans possibilité de fouir, et sont de la sorte exposés à la dessalure. 35,0 — 14,8.

Venus verrucosa L — De même à Saint-Suliac. Salinité : 35,3 — 23,7

Tapes pullastra Montagu — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, dans la même situation que les *Cardium* Salinité : 35,0 — 15,1

Tapes aureus — De même Salinité : 35,0 — 15,1

Solen marginatus Pennant (*vagina* L.) — Rance jusqu'à Saint-Suliac

Scrobicularia plana Da Costa — Voir p. 180 Salinité : toujours 35 0/00 à Dinard, etc ; à Rochefort, 22,5 — 0,4.

Tuniciers

Molgula manhattensis de Kay (=*socialis* Alder) — Rance jusqu'à Port-Saint-Hubert. Salinité : 35,0 — 17,7

Microcosmus claudicans Sav — Dragué jusqu'à Saint-Suliac et Port-Saint-Jean où la salinité est variable

Polycarpa gracilis Heller — De même jusqu'à Saint-Suliac

Dendrodoa (= *Styelopsis*) *grossularia* Gaertner — Rance jusqu'à Saint-Suliac et Garo. Influence des mouvements de l'eau, voir p. 173 Influence de l'humidité et du soleil. Pour la limite supérieure d'extension verticale, voir p. 142 et figure 16. J'ai fourni des chiffres sur paroi exposée au midi, aussi bien que sur paroi exposée au nord. Or, de Beauchamp (p. 172) dit que dans la région de Roscoff, les *Styelopsis* sont presque toujours localisés dans des fentes, cavités, etc., et que, même là où ils en débordent quelque peu (Callot), « on peut établir qu'ils ne s'avancent jamais aux points que peut frapper le soleil vers midi dans les mois voisins du solstice d'été» Il semble bien qu'une constatation analogue pourrait être faite sur le littoral de la région de Saint-Malo, aux îles Chausey, etc. Mais dans la Rance, et particulièrement à Saint-Suliac, les exemples abondent, de parois exposées en plein midi et garnies de *Styelopsis* bien représentés, quoique moins exubérants que sur les parois exposées au Nord, et remontant beaucoup moins haut. Il faut en conclure que, sur le littoral, l'action nuisible des vagues contribue autant et plus que le soleil à confiner les *Dendrodoa* dans les fentes et grottes. Variations de salinité : à Saint-Suliac, 35,6 — 23,7. A Port-Saint-Jean, dans les points où on s'attendrait à trouver l'espèce, et d'où elle est chassée, soit par la dessalure, soit par les matières suspendues (p. 179), la salinité s'abaisse jusqu'à 15 pour mille. Matières réductrices dissoutes : voir page 188.

Distomus variolosus Gaertner *(Heterocarpa glomerata* Alder). — Rance jusqu'à Saint-Suliac dans la zone littorale, et dragué jusqu'à Port-Saint-Jean. Limite supérieure de répartition verticale, page 142 et figure 16. Salinité : 35,6 — 26,9.

Botrylloides (*ou Botryllus*) *Leachi* Sav. — Rance, dans la zone littorale jusqu'à Saint-Suliac, où les formes *insigne* Giard et *rubrum* M. Edw. supportent les salinités 35,6 — 23,7 ; forme *rotifera* M. Edw. draguée jusqu'à Port-Saint-Jean.

Botryllus Schlosseri Pallas. — Espèce considérée au sens large, et comprenant la plupart des formes de Botrylles décrites autrefois comme espèces distinctes. Dans la zone littorale, on trouve la forme *violaceus* jusqu'à Port-Saint-Jean ; salinité : 35,0 — 24,1 à Port-Saint-Jean ; 35,6 — 23,7 à Saint-Suliac. Les formes *smaragdus, Schlosseri, calendula, bivittatus, aurolineatus,* s'arrêtent à Saint-Suliac ; salinité : 35,0 — 24,1. En dragages on trouve jusqu'à Port-Saint-Jean les formes *violaceus, smaragdus, Schlosseri, bivittatus.* Variations de pH supportées au voisinage des herbiers par la forme *violaceus* : pH 8,5 — 7,7.

Phallusia mentula Müller. — Peu abondante dans la région de Saint-Malo (je l'ai trouvée dans le bassin à flot de Granville, mais non dans ceux de Saint-Malo et Saint-Servan). Vitesse de croissance : dans le bassin de natation de Dinard, mis en service le 14 juillet 1927, j'ai trouvé le 20 avril 1928 des *Phallusia mentula* nombreuses, dont les plus grandes mesuraient 32 millimètres, tunique comprise : cette taille avait donc été atteinte en neuf mois au maximum.

Ascidiella aspersa Müll. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, dans la zone littorale et dragué. Mouvements de l'eau : les vagues sont très nocives, et ce sont elles, beaucoup plus que le soleil, qui, sur le littoral, confinent l'espèce à la face inférieure des pierres. En effet, dans la Rance où les vagues sont supprimées, on la trouve aussi à la face supérieure. Cela n'empêche pas d'ailleurs, que l'espèce soit très exigeante au point de vue de l'humidité. Lorsqu'on met à sec le bassin de Saint-Servan, les *Ascidiella* meurent en 24 heures. Ce n'est guère que dans la zone de 0 à + 2 mètres que les individus se risquent à la face supérieure des pierres, dans la Rance. Salinité : 35,0 — 17,7. Matières réductrices : voir page 187. Supporte une eau très trouble : 2 grammes de cendres par litre. Vitesse de croissance : dans le bassin de natation de Dinard, mis en service le 14 juillet 1927, je trouvai le 20 avril 1928 des *Ascidiella* mesurant au maximum 30 millimètres, tunique comprise. Cette taille avait donc été atteinte en 9 mois au maximum. La rapidité de croissance est, on le voit, tout à fait équivalente à celle des *Phallusia mentula.*

Clavelina lepadiformis Müll. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, été 1926 et 1928 (voir p. 94). Salinité: 35,0 — 24,1. Matières réductrices page 188. Supporte une eau très trouble, à Port-Saint-Jean point B.

Trididemnum cereum Giard. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 23,7.

Didemnum aspersum Edw. et *Didemnum maculosum* Edw. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité 35,6 — 26,9. Leur absence de Port-Saint-Jean est vraisemblablement attribuable à la dessalure.

Polysyncraton (ou *Diplosomoïdes) Lacazei* Giard. — Rance jusqu'à La Briantais, et, en été, jusqu'à Saint-Suliac. Espèce vraisemblablement sténohaline (p. 178).

Polyclinum aurantium Edw. — Dragué en Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, où la salinité est variable.

Amaroucium densum Giard. — Rance jusqu'à Saint-Suliac. Salinité : 35,6 — 23,7.

Amaroucium Nordmani M. Edw. — De même.

Amaroucium areolatum Chiaje (= *Fragarium elegans* Giard). — De même.

Circinalium concrescens Giard. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, zone littorale et dragué. Limite supérieure de répartition verticale, page 142 et figure 16. Salinité : Port-Saint-Jean 35,0 — 28,2 ; Saint-Suliac, 35,6 — 26,9. Matières réductrices, page 188. Supporte une eau très trouble (2 gr. de cendres par litre).

Morchellium argus Edw. — Très abondant dans la Rance, particulièrement en 1928. Jusqu'à Saint-Suliac, où l'espèce n'a été trouvée qu'en été, dans la zone littorale et en dragages.

Poissons

Clupea harengus L. — Les jeunes (Menuise), qui se développent en foule dans le réservoir de l'ancien moulin du Prat, peuvent y supporter un pH 8,6 (12 août 1926).

Anguilla anguilla L. — Connue comme très euryhaline, est, en même temps, très euryionique : canal de Dinan, pH 9,0 — 7,8.

Gasterosteus aculeatus. — De même. Salinité observée : 15,4 — 0,26. pH 9,0 — 7,8.

Hippocampus antiquorum L. — Rare en Manche et particulièrement à Roscoff, d'après Le Danois ; mais dans la baie de Saint-Malo et en Rance on en prend assez fréquemment, et tous les pêcheurs l'y connaissent. A Cancale les dragues à huîtres en ramènent presque toujours au moment de la caravane. Dans la Rance jusqu'à Saint-Suliac et Rigourdaine.

Entelurus aequorus L. — Rance jusqu'à Port-Saint-Jean, entre les pierrailles. Salinité : 35,0 — 15,1.

Mugil chelo Cuv. — Pêché en abondance dans le canal. Salinité : 15,9 — 0,26 ; pH 9,0 — 7,8.

Morone labrax L. — Le jeune, ou « Barcet », comme l'espèce précédente.

Gobius niger L. — Cette espèce, considérée comme fort rare en Manche (Le Danois), est assez abondante dans la Rance : La Briantais, Saint-Suliac, zone littorale et draguée.

Gobius minutus Pallas var. *microps* Kroyer. — Cette forme, dont les estuaires constituent l'habitat préféré, n'y est cependant pas cantonnée. En effet, l'espèce se trouve : 1° dans les cuvettes des rochers du littoral, où elle supporte, au moins occasionnellement, un pH s'élevant jusqu'à 9,3 et une teneur en oxygène atteignant 27 milligr. ; 2° en abondance dans les bassins à flot, où la salinité est toujours normale. Dans la Rance, l'espèce abonde surtout dans les réservoirs des moulins à marées. Dans celui de Bas-Champs, elle subit la salinité 4,5 — 1,3. Je l'ai trouvée aussi à Plougrescant (côtes du Nord), dans les grandes mares que créent les levées de galets. Le 21 septembre 1926, dans une de ces mares, peuplée de *Zostera nana*, les *Gobius* étaient tous morts : la salinité, en cette période très chaude, y atteignait 50,1 pour mille. Il y avait aussi, vraisemblablement, une forte élévation de température et du pH.

On remarquera que les divers habitats de cette espèce, cuvettes des rochers, herbiers, bassins à flot, réservoirs des moulins, sont riches en matières réductrices dissoutes. Il est possible que ces dernières favorisent l'espèce, et que ce soit pour cette raison que les estuaires constituent son habitat préféré, de même qu'ils constituent celui de certains Hydraires et Bryozoaires manifestement favorisés par les substances organiques.

Pleuronectes flesus L. — Dans le canal de Dinan, très euryionique (pH 9,0 — 7,8) et euryhalin (15,9 — 0,26). On sait que cette espèce peut remonter dans l'eau entièrement douce (Loire).

Motella (ou *Onos*) *fusca* Risso. — Je rappelle que cette espèce, qui n'est connue avec certitude que de la Méditerranée (et un exemplaire douteux à Concarneau), a été trouvée aux Minquiers, en 1925, par P. et E. Fischer.

BIBLIOGRAPHIE

ALLEE (W.-C.). — Studies in marine Ecology. — III, Some physical Factors related to the Distribution of littoral Invertebrates. *Biol. Bull.*, vol. XLIV, 1923.

ANTHONY (R.). — Le laboratoire maritime du Muséum d'Histoire naturelle (Saint-Vaast-la-Hougue) pendant l'année 1907. *Annales Sc. nat. Zool.*, 9e série, t. VII, 1908.

ANTHONY (R.). — Le laboratoire maritime du Muséum d'Histoire naturelle (Saint-Vaast-la-Hougue) pendant l'année 1908. *Annales Sc. nat. Zool.*, 9e série, t. X, 1909.

ATKINS (W.-R.-G.). — The Hydrogen Ion Concentration of Sea-Water, in its biological Relations. *Journ. mar. biol. Ass.*, vol. XII, 1922.

AUDOUIN et MILNE EDWARDS. — Recherches pour servir à l'Histoire naturelle du littoral de la France. Paris, 1832.

BEAUCHAMP (P. DE). — Les Grèves de Roscoff. Paris, 1914.

BEAUCHAMP (P. DE). — Etudes de bionomie intercotidale. — Les îles de Ré et d'Yeu. *Arch. de Zool. expérim. et générale*, t. LXI, 1923.

BEAUCHAMP (P. DE). — Quelques remarques de bionomie marine sur les îles Chausey. *Bull. Soc. Zool. France*, XLVIII, 1923.

BEAUCHAMP (P. DE) et LAMI (R.). — La Bionomie intercotidale de l'île de Bréhat. *Bull. biol. France et Belgique*, t. LV, 1921.

BÉTENCOURT (A.). — Les Hydraires du Pas-de-Calais. *Bull. scient. France et Belgique*, t. XIX, 1888.

BILLARD (A.). — Contribution à l'étude des Hydroïdes. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, 8e série, t. XX, 1904.

BILLARD (A.). — Les Hydroïdes de la côte atlantique de France. *C. r. du Congrès des Sociétés Savantes, Sciences*, 1926.

BORDAS (F.) et DESFEMMES (A.). — La répartition et le transport des Chlorures dans l'atmosphère. *C. R. Ac. Sc.*, t. CLXXXV, 1927.

CHARCOT (J.). — Températures et Salinités recueillies dans l'Atlantique, le Golfe de Gascogne et la Manche occidentale par le « Pourquoi-Pas ? ». Paris, 1921.

CHEVREUX (E.) et FAGE (L.). — Faune de France. — Amphipodes. Paris, 1925.

DAUTZENBERG (Ph.) et DUROUCHOUX (P.). — Faunule malacologique des environs de Saint-Malo. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1900.

DAUTZENBERG (Ph.) et DUROUCHOUX (P.). — Supplément à la faunule malacologique des environs de Saint-Malo. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1906.

DAUTZENBERG (Ph.) et DUROUCHOUX (P.). — Les Mollusques de la baie de Saint-Malo. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1913.

DAUTZENBERG (Ph.) et FISCHER (P.-H.). — Les Mollusques marins du Finistère. *Travaux Stat. biol. Roscoff*, fasc. III, 1925.

DAVIS (J.-R.-A.). — The habits of the Limpet. *Nature*, vol. XXXI, 1885.

DEVOIR (A.). — Essai sur les mouvements de la mer aux abords du Mont-Saint-Michel. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 125, 15 nov. 1908.

DOLFUS (R.-Ph.). — Les zônes subterrestre et littorales à l'île Tatihou et dans la région de Saint-Vaast-la-Hougue (Manche). *Bull. Mus. Hist. nat.*, 1914.

DUVAL (M.). — Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. — Modifications sous l'influence du milieu extérieur. *Ann. de l'Inst. Océanogr.*, nouv. série, t. II, 1925.

FAUVEL (P.). — Coup de drague donné à Saint-Vaast-la-Hougue. *Bull. Soc. Linnéenne Normandie*, série 4, vol. IX, 1895.

FAUVEL (P.). — Les variations de la faune marine. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1901.

FAUVEL (P.). — Histoire de la presqu'île du Cotentin. — III, La faune. *Assoc. fr. avanc. Sc.*. Cherbourg, 1905.

FAUVEL (P.). — Un nouveau Serpulien d'eau douce. — Mercierella enigmatica. *Bull. Soc. Zool. France*, t. XLVII, 1922.

FERRONIÈRE (G.). — Contribution à l'étude de la faune de la Loire-Inférieure. *Bull. Soc. Sc. nat. Ouest France*, série I, t. VIII, 1899.

FERRONIÈRE (G.). — Etudes biologiques sur les zones supralittorales de la Loire-Inférieure. *Bull. Soc. Sc. Nat. Ouest France*, série II, t. I, 1901.

FISCHER (Paul). — Bryozoaires, Echinodermers et Foraminifères marins du département de la Gironde et des côtes sud-ouest de la France. *Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux*, t. XXVII, 1870.

FISCHER (Paul). — Essai sur la distribution géographique des Brachiopodes et des Mollusques du littoral océanique de la France. *Actes Soc. Linnéenne de Bordeaux*, t. XXXII, 1878.

FISCHER (Paul). — Contribution à l'Actinologie française. *Arch. Zool. expérim. et générale*, t. V, 1887.

FISCHER (Henri). — Quelques remarques sur les mœurs des Patelles. *Journ. de Conchyliologie*, vol. XLVI, 1898.

FISCHER (P.-H. et Ed.). — Quelques données sur la faune de l'archipel des Minquiers. — Aperçu bionomique. *Bull. Muséum Hist. nat.*, 1926.

FISCHER (Edouard). — N° 1. Sur la distribution géographique de quelques organismes de rocher, le long des côtes de la Manche. *Travaux du Laboratoire maritime de Saint-Servan*, fasc. II, 1928.

FISCHER (Edouard). — *Notes préliminaires.* — N° 2. Sur la faune de la Rance et la présence de *Mercierella enigmatica* Fauvel. *Bull. Soc. Zoologique de France*, vol. L, 1925, p. 347. — N° 3. Sur la limite supérieure de répartition de divers organismes, en eau très calme. *C. R. Acad. Sciences*, 14 février 1927. — N° 4. Sur la tolérance de quelques espèces animales du littoral vis-à-vis des variations du pH. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 505, 26 novembre 1927. — N° 5. Les conditions d'existence des Patelles dans la région de Saint-Malo. *Journ. de Conchyliologie*, LXXI, 1927. — N° 6. Sur la répartition des organismes qui peuplent les rochers du littoral, dans un domaine exempt de vagues. — Le rôle des courants. *Bull. Soc. Zool. France*, LII, 1927, p. 359. — N° 7. Rapport entre le pouvoir réducteur de l'eau de mer et la répartition des organismes du littoral. *C. R. Ac. Sc.*, 19 décembre 1927. — N° 8. Sur la faune littorale, du faciès rocheux en particulier, dans un milieu à salure très variable. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 511, 20 février 1928. — N° 9. De l'influence du phénomène des marées sur la répartition verticale des organismes littoraux. *Bull. Soc. Zool. France*, 13 novembre 1928.

GAARDER (T.).et GRAN (H.-H.). — Investigations on the production of plankton in the Oslo Fjord. *Conseil permanent internat. explor. de la mer. Rapports et P.V. des réunions*, vol. XLII, 1927.

GADEAU DE KERVILLE (H.). — La faune de l'estuaire de la Seine. — Caen, imprimerie Le Blanc Hardel, 1886.

GADEAU DE KERVILLE (H.). — La distribution topographique des animaux dans l'estuaire de la Seine. *Le Naturaliste*, 15 mars 1888.

GADEAU DE KERVILLE (H.). — Recherches sur les faunes marine et maritime de la Normandie. — 1er voyage. Région de Granville et des îles Chausey. Paris, 1894. — 2e voyage. Région de Grandcamp-les-Bains et îles Saint-Marcouf. Paris, 1898.

GIARD (A.). — Coup d'œil sur la faune du Boulonnais. Boulogne et le Boulonnais, 1899.

GIRAL PEREIRA (José). — Déterminacion de materia organica en las aguas de mar. Instituto español de Oceanographia. Notas y resumenes. Série II, nº 4.

HALLEZ (P.). — Dragages effectués dans le Pas-de-Calais pendant les mois d'août et septembre 1888 et 1889. *Revue biologique du Nord*, II, 1889-90.

HALLEZ (P.). — Addition à la liste des Bryozoaires du Boulonnais. *Revue biologique du Nord*, IV, 1891-92.

HAMEL (G.). — Le cours inférieur de la Rance. *Bull. Muséum Hist. nat.*, vol. XXX, 1924, p. 414.

HAMEL (G.) et MOAZZO (G.). — Une excursion à Saint-Suliac (I. et V.). *Bull. Muséum Hist. nat.*, vol. XXX, 1924, p. 533.

HAMEL (G.). — La répartition des Algues à Saint-Malo et dans la Rance. *Travaux du laboratoire de Saint-Servan*, fasc. III, 1928.

HARANT (H.). — Introduction synoptique à une faune de France des Tuniciers. — I, Ascidies stolidobranchiales. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, nº 508, 26 décembre 1927.

HINCKS (T.). — History of the british marine Polyzoa. London, 1880.

HOVASSE (R.). — Migrations du Thon *(Orcynus thynus* L.*)* et tropismes. *Bull. Soc. Zool. France*, LII, p. 15, 1927.

HYKES (O.-V.). — Sur l'absorption des matières grasses par la peau de la Grenouille. *C. R. Soc. Biol.*, XCVIII, 1928, p. 1038.

JOUBIN (L.). — Recherches sur la Distribution océanographique des végétaux marins dans la région de Roscoff. *Ann. Institut Océanographique* anc. série vol. I. fasc. I., 1909.

JOUBIN (L.). — Etudes sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. — La baie de Saint-Malo. *Bull. Inst. Océanogr.*, nº 172, 12 juin 1910.

JULLIEN (J.). — Liste des Bryozoaires recueillis à Etretat (Seine-Inférieure) par le Dr P. Fischer. *Bull. Soc. Zool. France*, VI, 1881, p. 199.

KNUDSEN (M.) et SMITH (K.). — La salinité de la mer du Nord et des eaux adjacentes. *Conseil internat. exploration mer, Rapports et P. V.*, vol. VI, 1905-1906.

KOEHLER (R.). — Recherches sur la faune marine des îles Anglo-Normandes. Nancy, Berger-Levrault, 1884.

LABBÉ (A.). — Les variations de la concentration en ions hydrogène dans les marais salants, comme facteur biologique. *C. R. Acad. Sc.*, t. CLXXV, p. 843.

LE DANOIS (E.). — Contribution à l'étude systématique et biologique des Poissons de la Manche occidentale. *Ann. Inst. Océanogr.*, t. V, 1913.

LEGENDRE (R.). — Recherches océanographiques faites dans la région littorale de Concarneau pendant l'été de 1907. — *Bull. Inst. Océanogr.*, nº 111, 21 février 1908.

LEGENDRE (R.). — Recherches physico-chimiques sur l'eau de la côte, à Concarneau. *Bull. Inst. Océanogr.*, n° 144, 30 juin 1909.

LEGENDRE (R.). — Recherches sur les variations de température, de densité, et de teneur en oxygène de l'eau de la côte à Arcachon. *Bull. Stat. biol. Arcachon*, XII, 1909, p. 95.

LEGENDRE (R.). — Variations diurnes de la concentration en ions hydrogène de l'eau de mer littorale. *C. R. Acad. Sc.*, CLXXV, p. 773, 1922.

LEGENDRE (R.). — Variations de concentration des ions hydrogène des fonds marins littoraux. *C. R. Soc. Biol.*, XC, p. 183, 1924.

LEGENDRE (R.). — La concentration en ions hydrogène de l'eau de mer. Le pH. *Presses universitaires*, Paris, 1925.

LEMOINE (G.). — La marche des courants de marée autour de la presqu'île du Cotentin. Rouen, 1905.

LENNIER (G.). — L'estuaire de la Seine. Le Havre, 1885.

LE SÉNÉCHAL (R.). — Note sur quelques animaux recueillis dans le canal de Caen à la mer. *Bull. Soc. Linn. Normandie*, 4e série, I, p. 87, 1886-87.

LEVY (A.) et MARBOUTIN. — Dosage de l'oxygène dissous dans l'eau de mer. *Bull. Soc. Chim.*, t. XVII, 1897.

LEWY (B.). — Recherches sur la composition des gaz que l'eau de mer tient en dissolution dans les différents moments de la journée. *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XVII, 1846.

LOPPENS. — Sur les caractères distinctifs entre *Alcyonidium gelatinosum* et *Alcyonidium hirsutum*, *Ann. Inst. Océanogr.*, t. V, 1913.

MAC CLENDON (J.-F.), GAULT (C.-C.) et MULHOLLAND (S.). — The Hydrogen — Ion concentration, CO^2 — Tension, and CO^2 — Content of sea-water. *Papers of the Dep. of mar. Biol., Carnegie Inst.*, vol. XI, p. 21, 1917.

MONOD (Th.). La région de la basse Seulle, étude bionomique. *Travaux Stat. Biol. Roscoff*, fasc. 4, 20 mars 1926.

MONRO (A.). — A serpulid Polychaete from the London docks *(Mercierella enigmatica* Fauvel). *An. and Mag. of Nat. Hist.*, série 9, vol. XIII, p. 155, 1924.

MORREN. — Recherches sur les gaz que l'eau de mer peut tenir en dissolution en différents moments de la journée et dans les saisons diverses de l'année. *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. XII. 1844.

NATTERER (K.). — Chemische Untersuchungen im östlichen Mittelmeer. *Denkschriften der K. Akad. der Wissenchaften zu Wien*, LIX, p. 83, 1892.

PALITZSCH (S.). — Détermination des ions hydrogède par la méthode colorimétrique. *Bul. Inst. Océanogr.*, n° 409, 5 avril 1922.

PERGENS (Ed.). — Bryozoaires dragués aux environs de Brest. *Ann. Soc. Roy. Malac. Bruxelles*, XXIV, 1889.

PETERSEN (C.-G.) et JENSEN (P.-B.). — Valuation of the Sea : animal life of the sea-bottom, its food and quantity. *Rep. Danish Biol. Stat.*, vol. XXX, 1911.

PODHRADSKY (J.). — Nouvelles recherches sur l'utilisation par les animaux aquatiques des matières organiques dissoutes dans l'eau. *C. R. Soc. Biol.*, XCVIII, p. 1033, 1928.

PRENANT (M.) — Notes éthologiques sur la faune marine sessile des environs de Roscoff. — II. Spongiaires, Tuniciers, Anthozoaires. Associations de la faune fixée. *Trav. Stat. Biol. Roscoff*, fasc. 6, 30 septembre 1927.

Prenant (M.) et Duval (M.). — Documents sur les variations de la salure dans quelques estuaires de la région de Roscoff. *Trav. Stat. Biol. Roscoff*, fasc. 4, 20 mars 1926.

Prenant (M.) et Teissier (G.). — Notes éthologiques sur la faune marine sessile des environs de Roscoff. Cirripèdes, Bryozoaires, Hydraires. *Trav. Stat. Biol. Roscoff*, fasc. 2, 30 avril 1924.

Pruvot (G.). — Essai sur la topographie et la constitution des fonds sous-marins de la région de Banyuls. *Arch. Zool. exp. et gén.*, 3e série, t. II, 1894.

Pruvot (G.). — Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale (côtes de Bretagne), comparés à ceux du golfe du Lion. *Arch. Zool. expér. et gén.*, 3e série, t. V, 1897.

Pütter (A.). — Die Ernährung der Wassertiere ; der Stoffhaushalt des Meeres. *Zeitsch. f. allg. Physiol.*, 1907.

Quatrefages (de). — Souvenirs d'un naturaliste. Paris, 1854.

Ranson (G.). — L'absorption de matières organiques dissoutes par la surface extérieure du corps chez les animaux aquatiques. *Thèse*, Paris, 1927.

Rioja (E.). — La *Mercierella enigmatica* Fauvel, serpulido de agua salobre en España. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. nat.*, marzo 1924.

Roberts (G.). — On the habits of the Limpets. *Ann. and Mag. of nat. History*, XIX, 1847.

Roule (L.). — Etude sur les déplacements du Thon (*Orcynus thynus L.*) en Tunisie et dans la Méditerranée occidentale. *Bull. Stat. Océanogr. Salambô*, fasc. 2, 1924.

Saint-Joseph (de). — Annélides polychètes des Côtes de Dinard. *Ann. Sc. nat., Zool.*, 7e série, I, 1886 ; IV, 1888 ; XVII, 1894 ; XX, 1895.

Saint-Joseph (de). — Annélides polychètes des côtes de France. *Ann. Sc. nat., Zool.*, 8e série, V, 1898.

Sauvage (H.-E.). — Contribution à la connaissance de la faune du Pas-de-Calais et des parties voisines de la Mer du Nord et de la Manche. *Bull. Scient. France et Belgique*, 3e série, II, 1889 ; III, 1890.

Schouteden-Wery (J.). — Quelques recherches sur les facteurs qui règlent la distribution géographique des Algues dans le Verne Ambracht (région S.-W. de la zone maritime belge). *Rec. Inst. Bot. Léo Errera*, VIII, 1911.

Seurat (L.-G.). — Sur la présence d'une Serpule, *Mercierella enigmatica* Fauvel, dans une rivière de la Tunisie. *C. R. Ac. Sc.*, 5 septembre 1927.

Sollaud (E.). — Les associations végétales et animales des terrains salés de l'embouchure de la Slack. *Trav. stat. Zool. Wimereux*, t. IX, 1925.

Southern. — Fauna of the Chilka Lake. *Mem. Indian Mus*, V, 1921.

Stomps (T.-J.). — Etudes topographiques sur la variabilité des *Fucus vesiculosus* L., *platycarpus* Thur. et *ceranoides* L. *Recueil Inst. Bot. Léo Errera*, t. VIII, 1911.

Sudry (L.). — Densité, température, coloration de l'eau de mer et courants sur la côte du Calvados pendant l'été 1910. *Bull. Inst. Océanogr. Monaco*, no 199, 1er mars 1911.

Topsent (E.). — Croissance et mort des Balanes à Luc-sur-Mer. *Ann. Inst. Océanogr.*, t. II, 1911.

Vaillant (L.). — Remarques sur les zones littorales. *Mém. Soc. Biol.*, t. XXIII, 1873.

Vaillant (L.). — Nouvelles études sur les zones littorales. *Ann. Sc. nat., Zool.*, 7e série, XII, 1892.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

Géologie - Massif armoricain

Botanique - Constitution physico-chimique du protoplasma de la cellule végétale

VU ET APPROUVÉ :
Paris, le 30 Octobre 1928
Le Doyen de la Faculté des Sciences
CH. MAURAIN.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
S. CHARLETY.

IMPRESSIONS BLONDEL LA ROUGERY

Société Anonyme

PARIS (9e) — 7, RUE SAINT-LAZARE. — PARIS (9e)

—

2805-11-28

LA